COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME DEUX CENT-DIXIÈME.

JANVIER — JUIN **1940**.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1940

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1940

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HADAMARD (*Jacques*-Salomon), C. ✱.
BOREL (Félix-Édouard-Justin-*Émile*), C. ✱, ✠.
LEBESGUE (*Henri*-Léon), O. ✱.
CARTAN (*Élie*-Joseph), C. ✱.
JULIA (*Gaston*-Maurice), C. ✱, ✠.
MONTEL (*Paul*-Antoine), O. ✱.

SECTION II. — *Mécanique.*

LECORNU (*Léon*-François-Alfred), G. O. ✱.
DRACH (*Jules*), O. ✱.
JOUGUET (Jacques-Charles-*Émile*), C. ✱.
VILLAT (*Henri*-René-Pierre), O. ✱.
BROGLIE (*Louis*-Victor-Pierre-Raymond, prince DE), O. ✱.
CAQUOT (*Albert*-Irénée), G. O. ✱, ✠.

SECTION III. — *Astronomie.*

DESLANDRES (*Henri*-Alexandre), C. ✱.
ESCLANGON (*Ernest*-Benjamin), O. ✱.
MAURAIN (*Charles*), C. ✱.
FAYET (*Gaston*-Jules), ✱.
CHAZY (*Jean*-François), ✱, ✠.
LYOT (*Bernard*-Ferdinand).

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

Messieurs :

BOURGEOIS (Joseph-Émile-*Robert*), G. C. ✱, ✠.
PERRIER (Antoine-François-Jacques-Justin-*Georges*), G. O. ✱, ✠.
TILHO (*Jean*-Auguste-Marie), G. O. ✱, ✠.
DURAND-VIEL (*Georges*-Edmond-Just), G. C. ✱, ❀, ✠.
BARRILLON (*Émile-Georges*), C. ✱.
....

Section V. — *Physique générale.*

BRANLY (*Édouard*-Eugène-Désiré), G. C. ✱.
BRILLOUIN (Louis-*Marcel*), O. ✱.
PERRIN (*Jean*-Baptiste), G. O. ✱.
COTTON (*Aimé*-Auguste), C. ✱.
FABRY (Marie-Paul-Auguste-*Charles*), C. ✱.
LANGEVIN (*Paul*), G. O. ✱.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

BÉHAL (*Auguste*), G. O. ✱.
BERTRAND (*Gabriel*-Émile), C. ✱.
DELÉPINE (Stéphane-*Marcel*), O. ✱.
LESPIEAU (Pierre-Léon-*Robert*), O. ✱.
LEBEAU (*Paul*-Marie-Alfred), O. ✱.
TIFFENEAU (*Marc*-Émile-Pierre-Adolphe), O. ✱.

Section VII. — *Minéralogie.*

CAYEUX (*Lucien*), O. ✱.
JACOB (*Charles*-François-Étienne), O. ✱, ✠.
MAUGUIN (*Charles*-Victor), O. ✱.
GRANDJEAN (*François*-Alfred), O. ✱.
MARGERIE (*Emmanuel*-Marie-Pierre-Martin JACQUIN DE), O. ✱.
....

SECTION VIII. — *Botanique.*

Messieurs :

DANGEARD (*Pierre-Augustin*-Clément), O. ✻.
MOLLIARD (*Marin*), C. ✻.
BLARINGHEM (*Louis*-Florimond), O. ✻.
GUILLIERMOND (Marie-Antoine-*Alexandre*), ✻.
CHEVALIER (*Auguste*-Jean-Baptiste), C. ✻.
COLIN (*Henri*-Ernest).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

LECLAINCHE (Auguste-Louis-*Emmanuel*), G. O. ✻.
LAPICQUE (*Louis*-Édouard), C. ✻, ♔.
FOSSE (*Richard*-Jules), ✻.
SCHRIBAUX (Pierre-*Émile*-Laurent), C. ✻.
MOUSSU (Auguste-Léopold, dit *Gustave*), O. ✻.
JAVILLIER (Jean-*Maurice*), O. ✻, ♔.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

BOUVIER (*Louis*-Eugène), C. ✻.
MARCHAL (*Paul*-Alfred), C. ✻.
CAULLERY (*Maurice*-Jules-Gaston-Corneille), C. ✻.
PÉREZ (*Charles*), O. ✻.
ROUBAUD (*Émile*-Charles-Camille), O. ✻.
WINTREBERT (*Paul*-Marie-Joseph), ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ARSONVAL (Jacques-*Arsène* D'), G. C. ✻.
VINCENT (Jean-*Hyacinthe*), G. C. ✻.
ACHARD (Émile-*Charles*), C. ✻.
GOSSET (*Antonin*-Louis-Charles-Sébastien), G. O. ✻, ♔.
FAURE (*Jean-Louis*), C. ✻.
PORTIER (*Paul*), O. ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Messieurs :

PICARD (Charles-*Émile*), G. C. ✻, pour les sciences mathématiques.

LACROIX (François-Antoine-*Alfred*), G. O. ✻, pour les sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

BRETON (*Jules-Louis*), ✻.
BROGLIE (Louis-César-Victor-*Maurice*, duc DE), O. ✻.
DESGREZ (*Alexandre*), C. ✻.
GRAMONT (*Armand*-Antoine-Auguste-Agénor, duc DE), O. ✻.
MARTIN (*Louis*), G. C. ✻.
GUTTON (Antoine-Marie-*Camille*), C. ✻.
DUCLAUX (*Jacques*-Eugène), ✻, ✠.
ROUSSY (*Gustave*), C. ✻.
JOLLY (*Justin*-Marie-Jules), O. ✻.
....

MEMBRES NON RÉSIDANTS.

SABATIER (*Paul*), G. O. ✻, à Toulouse.
WEISS (*Pierre*-Ernest), C. ✻, à Strasbourg.
CUÉNOT (*Lucien*-Claude-Jules-Marie), O. ✻, à Nancy.
CAMICHEL (*Charles*-Moïse), O. ✻, à Toulouse.
PICART (Théophile-*Luc*), O. ✻, à Floirac (Gironde).
SERGENT (Étienne-Louis-Marie-*Edmond*), C. ✻, ✠, à Alger.

APPLICATIONS DE LA SCIENCE A L'INDUSTRIE.

CHARPY (Augustin-*Georges*-Albert), O. ✻, à Paris.
LUMIÈRE (*Louis*-Jean), G. C. ✻, à Bandol (Var).
CLAUDE (*Georges*), O. ✻, ✠, à Rueil (Seine-et-Oise).
GUILLET (*Léon*-Alexandre), G. O, ✻, à Paris.
ESNAULT-PELTERIE (*Robert*-Albert-Charles), O. ✻, à Boulogne-sur-Seine.
....

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

Messieurs :

VOLTERRA (*Vito*), G. O. ✻, à Rome.
THOMSON (Sir *Joseph* John), à Cambridge (Angleterre).
BRÖGGER (*Waldemar Christofer*), C. ✻, à Oslo.
BORDET (*Jules*-Jean-Baptiste-Vincent), G. C. ✻, à Bruxelles.
WINOGRADSKY (*Serge*), à Brie-Comte-Robert (Seine-et-Marne).
ZEEMAN (*Pieter*), C. ✻, à Amsterdam.
EINSTEIN (*Albert*), à Princeton (New Jersey).
FLEXNER (*Simon*), C. ✻, à New York.
BRAGG (Sir *William* Henry), à Londres.
MORGAN (*Thomas Hunt*), à Pasadena (Californie).
LEVI-CIVITA (*Tullio*), à Rome.
....

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10 + 1).

HILBERT (*David*), à Göttingen.
LA VALLÉE POUSSIN (*Charles*-Jean-Gustave-Nicolas DE), O. ✻, à Louvain.
LARMOR (Sir *Joseph*), à Cambridge (Angleterre).
DICKSON (*Leonard Eugene*), à Chicago.
NÖRLUND (*Niels Erik*), C. ✻, à Copenhague.
BERNSTEIN (*Serge*), à Leningrad.
BIRKHOFF (*George* David), à Cambridge (Massachusetts).
CASTELNUOVO (*Guido*), à Rome.
FABRY (Charles-*Eugène*), ✻, à Saint-Cyr-sur-Mer.
COTTON (*Émile*-Clément), ✻, à Grenoble.
GIRAUD (*Georges*-Julien), à Bonny-sur-Loire (Loiret).

SECTION II. — *Mécanique* (10).

Messieurs :

ROY (*Louis*-Maurice), ✻, à Toulouse.
STODOLA (*Aurel*), à Zurich.
LOVE (*Augustus Edward Hough*), à Oxford.
HAAG (*Jules*), ✻, à Besançon.
THIRY (*René*-Paul-Eugène), ✻, à Strasbourg.
RIABOUCHINSKY (*Dimitri* Pavlovitch), à Paris.
THULOUP (Émile-Adrien-*Albert*), O. ✻, à Grasse (Alpes-Maritimes).
BOULIGAND (*Georges*-Louis), ✻, à Paris.
ROY (Paul-Mary-Ferdinand-*Maurice*), ✻, à Paris.
TIMOSHENKO (*Stephen*), à Palo Alto (Californie).

SECTION III. — *Astronomie* (10).

FOWLER (*Alfred*), à Londres.
SCHLESINGER (*Frank*), O. ✻, à New Haven (Connecticut).
ADAMS (*Walter Sydney*), à Pasadena (Californie).
BOSLER (*Jean*), ✻, à Marseille.
BERGSTRAND (*Carl Östen* Emanuel), à Upsal.
ROTHÉ (*Edmond*-Ernest-Antoine), O. ✻, à Strasbourg.
HERTZSPRUNG (*Ejnar*), à Leyde (Pays-Bas).
RUSSELL (*Henry Norris*), à Princeton (New Jersey).
....
....

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

HEDIN (*Sven* Anders), à Stockholm.
BOWIE (*William*), à Washington.
RICHARD (*Jules*), O. ✻, à Monaco.
SCHOKALSKY (*Jules*), ✻, à Leningrad.
VANSSAY DE BLAVOUS (*Pierre*-Marie-Joseph-Félix-Antoine DE), C. ✻, ✠, à Monaco.
VENING MEINESZ (*Felix Andries*), à Amersfoort (Pays-Bas).
POISSON (Victor-Marie-Augustin-*Charles*), ✻, ✠, à Tananarive.
KOCH (*Lauge*), O. ✻, à Copenhague.
LEJAY (*Pierre*), ✠, à Zi-Ka-Wei, près Shanghaï.
MARGUET (*Frédéric*-Philippe), C. ✻, à Paris.

SECTION V. — *Physique générale* (10).

Messieurs :

MATHIAS (*Émile*-Ovide-Joseph), O. ✻, à Clermont-Ferrand.
MILLIKAN (*Robert Andrews*), à Pasadena (Californie).
GUYE (*Charles-Eugène*), ✻, à Genève.
TOWNSEND (*John* Sealy), ✻, à Oxford.
CABRERA (*Blas* Juan Jose Secundino), à Madrid.
BUISSON (*Henri*-Auguste), O. ✻, ✠, à Marseille.
CABANNES (*Jean*), ✻, ✠, à Paris.
BOHR (*Niels* Henrik David), O. ✻, à Copenhague.
HAAS (*Wander Johannes* DE), O. ✻, à Leyde (Pays-Bas).
....

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

WALDEN (*Paul*), à Rostock (Allemagne).
RECOURA (*Albert*), O. ✻, à Grenoble.
HADFIELD (Sir *Robert* Abbott), O. ✻, à Londres.
PASCAL (*Paul*-Victor-Henri), ✻, à Paris.
SWARTS (*Frédéric*-Jean-Edmond), O. ✻, à Gand.
HOLLEMAN (*Arnold Frederik*), ✻, à Bloemendaal (Pays-Bas).
NICLOUX (*Maurice*), O. ✻, à Strasbourg.
DENIGÈS (*Georges*-Noël-Fort), O. ✻, à Bordeaux.
....
....

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

BIGOT (*Alexandre*-Pierre-Désiré), O. ✻, à Mathieu (Calvados).
LUGEON (*Maurice*), G. O. ✻, à Lausanne.
VERNADSKY (*Wladimir*), à Moscou.
GIGNOUX (*Maurice*-Irenée-Marie), ✻, à Grenoble.
LERICHE (*Maurice*-Henri-Charles), ✻, à Uccle-Bruxelles.

Messieurs :

LAPPARENT (Marie-*Jacques* COCHON DE), ✻, à Strasbourg.
MRAZEC (*Ludovic*), C. ✻, à Bucarest.
FOURMARIER (*Paul* Frédéric Joseph), ✻, à Liége (Belgique).
BRAGG (*William Lawrence*), à Cambridge (Angleterre).
. . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10 + 1).

LECLERC DU SABLON (Albert-*Mathieu*), ✻, à Vénéjan (Gard).
MAIRE (*René*-Charles-Joseph-Ernest), ✻, à Alger.
DANIEL (*Lucien*-Louis), O. ✻, à Rennes.
IKENO (*Seiitirô*), à Tokyo.
PERRIER DE LA BÂTHIE (*Henri*-Alfred-Joseph), ✻, à Menton.
DEVAUX (*Henri*-Edgard), ✻, à Bordeaux.
BLAKESLEE (*Albert Francis*), à Long-Island (New-York).
MAIGE (Louis-*Albert*), O. ✻, à Lille.
HOUARD (*Clodomir*-Antony-Vincent), à Strasbourg.
DE WILDEMAN (*Émile* Auguste Joseph), à Bruxelles.
TEODORESCO (*Emmanuel*-Constantin), à Bucarest.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

IMBEAUX (Charles-*Édouard*-Augustin), O. ✻, à Nancy.
RUSSELL (Sir Edward *John*), à Harpenden (Angleterre).
LAGATU (*Henri*-Désiré), O. ✻, à Montpellier.
MARCHAL (*Émile*-Jules-Joseph), à Gembloux (Belgique).
VALLÉE (*Henri*-Pierre-Michel), C. ✻, à Dijon.
TSCHERMAK-SEYSENEGG (*Erich*), à Vienne (Autriche).
WAKSMAN (*Selman* Abraham), à New-Brunswick (New Jersey).
LESBRE (*François-Xavier*), O. ✻, à Lyon.
GUINIER (Marie-Joseph-Jean-Baptiste-*Philibert*), O. ✻, à Nancy.
GORINI (*Costantino*), à Milan.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BATAILLON (Jean-*Eugène*), O. ✻, à Castelnau-le-Lez (Hérault).
VAYSSIÈRE (Jean-Baptiste-Marie-*Albert*), ✻, à Marseille.

Messieurs :

LAMEERE (*Auguste*-Alfred-Lucien-Gaston), ✻, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
LÉGER (*Louis*-Urbain-Eugène), O. ✻, à Grenoble.
PELSENEER (*Paul*), O. ✻, à Bruxelles.
BOUIN (André-*Pol*), O. ✻, à Strasbourg.
GUYÉNOT (*Émile*-Louis-Charles), ✻, à Genève.
CHATTON (*Édouard*-Pierre-Léon), ✻, ✠, à Banyuls-sur-Mer.
PEYERIMHOFF DE FONTENELLE (Marie-*Paul* DE), O. ✻, à Alger.
....

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

YERSIN (*Alexandre*-John-Émile), G. O. ✻, à Nha-Trang (Annam).
WRIGHT (Sir *Almroth* Edward), à Londres.
SHERRINGTON (Sir *Charles* Scott), à Ipswich (Angleterre).
FORGUE (*Émile*), C. ✻, à Paris.
CARREL (*Alexis*), C. ✻, à New-York.
LUMIÈRE (*Auguste*-Marie-Louis-Nicolas), G. O. ✻, à Lyon.
SANARELLI (*Giuseppe*), G. O. ✻, à Rome.
SABRAZÈS (*Jean*-Émile), O. ✻, à Bordeaux.
HOLMGREN (*Israël*), C. ✻, à Stockholm.
....



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 3 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

M. **Georges Perrier**, Président, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres, les Associés étrangers et les Correspondants pendant le cours de l'année 1939.

État de l'impression des recueils de l'Académie au 1er janvier 1940.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Les tomes 206 (1er semestre de l'année 1938), et 207 (2e semestre de l'année 1938) ont paru avec leurs tables.

Les numéros des 1er et 2e semestres de l'année 1939 ont paru, chaque semaine, avec la régularité habituelle. Les tables du 1er semestre sont sur le point de paraître.

Mémoires de l'Académie. — Le tome 63 est en préparation.

Notices et discours. — Le tome 2 est en préparation.

Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835.

Un volume de tables générales est en voie d'achèvement.

Annuaire de l'Académie. — L'Annuaire pour 1940 est paru; il est mis en distribution au cours de la présente séance.

Index biographique des Membres et Correspondants de l'Académie des Sciences. — Une nouvelle édition est en préparation.

Membres décédés depuis le 1er janvier 1939.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Eugène Fichot**, le 17 juillet, à Tabanac, Gironde.

Section de Minéralogie. — M. **Charles Barrois**, le 5 novembre à Sainte-Geneviève-en-Caux, par Auffray, Seine-Inférieure.

Section des Académiciens libres. — M. **Paul Séjourné**, le 14 janvier, à Paris.

Section des Applications de la science à l'industrie. — M. **Maxime Laubeuf**, le 23 décembre, à Cannes, Alpes-Maritimes.

Associés étrangers. — M. **Edmund Beecher Wilson**, le 3 mars, à New York.

Membres élus depuis le 1er janvier 1939.

Section d'Astronomie. — M. **Bernard Lyot**, le 6 mars, en remplacement de M. Aymar de La Baume-Pluvinel, décédé.

Section de Chimie. — M. **Marc Tiffeneau**, le 8 mai, en remplacement de M. Georges Urbain, décédé.

Section de Minéralogie. — M. **Emmanuel de Margerie**, le 16 janvier, en remplacement de M. Louis de Launay, décédé.

Section des Académiciens libres. — M. **Jacques Duclaux**, le 20 mars, en remplacement de M. Maurice d'Ocagne, décédé;

M. **Gustave Roussy**, le 27 mars, en remplacement de M. Paul Helbronner, décédé;

M. **Justin Jolly**, le 19 juin, en remplacement de M. André Blondel, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Géographie et Navigation. — M. **Eugène Fichot**, mort à Tabanac, Gironde, le 17 juillet 1939.

Section de Minéralogie. — M. **Charles Barrois**, mort à Sainte-Geneviève-en-Caux, par Auffray, Seine-Inférieure, le 5 novembre 1939.

Section des Académiciens libres. — M. **Paul Séjourné**, mort à Paris, le 14 janvier 1939.

Section des Applications de la science à l'industrie. — M. **Maxime Laubeuf**, mort à Cannes, Alpes-Maritimes, le 23 décembre 1939.

Associés étrangers. — M. **Edmund Beecher Wilson**, mort à New York, le 3 mars 1939.

Correspondants décédés depuis le 1er *janvier* 1939.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Louis Fabry**, le 26 janvier, aux Lecques, Var;

Sir **Frank Dyson**, le 25 mai, en mer, au retour d'un voyage en Australie.

Pour la Section de Chimie. — M. **Marcel Godchot**, le 11 février, à Montpellier;

Sir **William Pope**, le 17 octobre, à Cambridge.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Giuseppe Cesàro**, le 20 janvier, à Comblain-au-Pont, Belgique.

Correspondants élus depuis le 1er *janvier* 1939.

Pour la Section de Mécanique. — M. **Stephen Timoshenko**, le 22 mai, à Palo Alto, États-Unis, en remplacement de M. Tullio Levi-Civita, élu Associé étranger.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Henry Norris Russell**, le 30 janvier, à Princeton, États-Unis, en remplacement de M. Ernest William Brown, décédé.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **William Lawrence Bragg**, le 15 mai, à Cambridge, Angleterre, en remplacement de M. Emmanuel de Margerie, élu Membre de la Section.

Pour la Section de Botanique. — M. **Émile De Wildeman**, le 27 mars, à Bruxelles, en remplacement de M. Victor Grégoire, décédé;

M. **Emmanuel Teodoresco**, le 1er mai, à Bucarest.

Pour la Section d'Économie rurale. — M. **Costantino Gorini**, le 23 janvier, à Milan, en remplacement de M. Louis Ravaz, décédé.

Correspondants à remplacer.

Pour la Section d'Astronomie. — M. **Louis Fabry**, mort aux Lecques, Var, le 26 janvier 1939;

Sir **Frank Dyson**, mort en mer, au retour d'un voyage en Australie, le 25 mai 1939.

Pour la Section de Physique générale. — Sir **William Bragg**, élu Associé étranger, le 13 juin 1938.

Pour la Section de Chimie. — M. **Marcel Godchot**, mort à Montpellier, le 11 février 1939;

Sir **William Pope**, mort à Cambridge, le 17 octobre 1939.

Pour la Section de Minéralogie. — M. **Giuseppe Cesàro**, mort à Comblain-au-Pont, Belgique, le 20 janvier 1939.

Pour la Section d'Anatomie et Zoologie. — M. **Thomas Hunt Morgan**, élu Associé étranger, le 20 juin 1938.

Pour la Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Simon Flexner**, élu Associé étranger, le 22 février 1937.

Pour les Sections qui pourront être désignées par l'Académie :

A. — Le Correspondant suivant pour la Section de Mécanique : M. **Joseph Auclair**, mort à Saint-Léger-sur-Roanne, le 12 décembre 1936.

B. — Le Correspondant suivant pour la Section de Chimie : M. **Amé Pictet**, mort à Genève, le 11 mars 1937.

C. — Le Correspondant suivant pour la Section de Physique générale : M. **Camille Gutton**, élu académicien libre, le 31 janvier 1938.

D. — Le Correspondant suivant pour la Section de Mécanique : M. **John Alexander Low Waddell**, mort à New York, le 3 mars 1938.

M. **Georges Perrier** prononce, au nom de M. Auguste Béhal, Président sortant, l'allocution suivante :

Mes chers Confrères,

Je vous remercie une fois encore de l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à vous présider. J'arrive, aujourd'hui, au terme de mes fonctions et je dois, pour les services qu'ils m'ont rendus, des remercîments à nos Secrétaires perpétuels et en particulier à notre Confrère Alfred Lacroix, qui s'est appliqué à écarter les épines de mon chemin.

Je ne dois pas oublier, non plus, les Secrétariats de l'Académie des sciences et de l'Institut qui m'ont apporté leur concours.

Je prie notre Confrère Georges Perrier, qui a bien voulu me remplacer dans mes défaillances, de prendre le fauteuil présidentiel, et notre Confrère Hyacinthe Vincent, de prendre le siège de Vice-Président.

En prenant possession du fauteuil de la Présidence, M. **Georges Perrier** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Avant d'occuper ce fauteuil de Président, à titre essentiellement temporaire, sachant que je devais inaugurer ma Présidence par une allocution, j'ai eu l'idée, que vous comprendrez facilement, de consulter dans nos *Comptes rendus* les allocutions des Présidents qui m'ont précédé.

Je ne voudrais pas vous mentir en vous disant que, chaque année, j'y ai trouvé des idées nouvelles.

Les thèmes les plus fréquents sont les exhortations qui vous ont été adressées d'observer le silence pendant les séances, au lieu de couvrir la voix des auteurs de communications par le bruit des conversations particulières.

Vains efforts de vos Présidents! Je ne les renouvellerai pas, car jusqu'à présent ils ont été voués à un échec complet, quels que fussent les arguments présentés, plus ou moins justifiés. Un de mes prédécesseurs avait sans doute cru trouver une solution acceptable, en invitant toutes les personnes, désireuses d'échanger leurs idées, à le faire dans une salle voisine de la nôtre, celle de l'Académie française. Heureusement cette suggestion n'a eu aucun succès, car, si elle eût été écoutée, il ne resterait plus, dans notre salle des séances, que les journalistes, l'orateur et le Bureau, « attaché par sa grandeur au rivage ».

Je ne voudrais pas vous adresser des remercîments éperdus pour m'avoir élu votre Président. Je sais trop que la candidature officielle a fonctionné sans fausse honte à l'occasion de mon élection, et que la Présidence est donnée, non point au mérite, mais à l'ancienneté, avec quelques conditions particulières comme celle, pour l'heureux élu, de pouvoir figurer en uniforme dans les cérémonies officielles.

Je n'en suis pas moins très heureux d'être à votre tête pour une année et puis vous certifier que je ferai tout mon possible pour défendre les intérêts de notre Académie.

Je serai d'ailleurs puissamment aidé par nos deux Secrétaires perpétuels. C'est un leitmotiv qui revient dans les allocutions des Présidents qui m'ont précédé, et le seul que je veuille retenir. Mais ici encore j'arrive trop tard. J'avais cru trouver une comparaison frappante en assimilant le Président de l'Académie à un Roi fainéant et les Secrétaires perpétuels à des Maires du Palais, mais je me suis aperçu que Charles Richet m'avait dérobé cette ingénieuse idée en 1933.

Dans certaines de leurs allocutions, quelques-uns de nos Présidents ont exprimé, pour la modernisation de nos séances, des vœux dont quelques-uns, mais bien rarement, ont été réalisés.

Je rappelle que c'est à Charles Lallemand que nous devons en 1926 l'installation hors de notre salle, dans le vestibule, de la table où nous signons la feuille de présence, amélioration notable dans le sens de la diminution du bruit des conversations.

C'est Maurice Hamy qui a proposé, en 1928, d'illustrer certaines communications par des projections fixes ou cinématographiques, vœu réalisé grâce à un appareil offert par un généreux donateur.

Nous aurons peut-être bientôt à réaliser une plus importante réforme en supprimant la distinction qui sépare en deux zones les membres de l'Académie, la première comprenant ceux qui votent, la deuxième ceux qui ne votent pas. Vous savez qu'un mouvement d'opinion presque unanime s'est déclaré en faveur de cette suppression. Il est véritablement difficile de comprendre que des hommes dont la prééminence est reconnue par tous, je ne citerai que le génial inventeur de l'arme sous-marine, qui vient de mourir, n'aient jamais eu la possibilité de rendre leur opinion effective par un vote.

Pour le moment, des préoccupations plus graves nous accablent tous du fait de la guerre abominable qui vient d'être imposée à la France. Je suis certain, mes chers Confrères, que vous avez tous, comme moi, une confiance absolue dans la victoire finale; mais cette victoire nous l'avons eue en 1918 et nous l'avons gâchée ! Espérons que cette fois, quand l'ennemi demandera grâce, nous ne mériterons pas le reproche qu'un de ses lieutenants adressa à Annibal : « Tu sais vaincre, mais tu ne sais pas profiter de la victoire ». Espérons aussi que la guerre ne durera pas assez longtemps pour qu'on puisse voir cinq Présidents se succéder à la tête de l'Académie, comme l'ont fait, de 1914 à 1918, Appell, Edmond Perrier, Jordan, d'Arsonval et Painlevé.

Nous devons nous attendre à ce que les recherches ayant pour objet de perfectionner les moyens que l'homme possède de donner la mort à son semblable fassent de grands progrès, stimulées qu'elles vont être par les nécessités de la guerre, aussi bien dans le domaine de l'Artillerie que dans celui de l'Aviation et celui de la Navigation.

Mais, à côté de ces progrès, quelle régression vont subir les recherches dirigées vers des fins pacifiques et les études purement spéculatrices !

Comme Secrétaire de l'Association internationale de Géodésie, je puis déjà me rendre compte du trouble profond que la guerre apportera dans le travail scientifique international.

En 1919, nous étions arrivés péniblement à le reprendre grâce à la fondation, par la Conférence internationale de Bruxelles, du Conseil international de Recherches, auquel l'un de nos Secrétaires perpétuels, M. Émile Picard, élu Président par l'assentiment unanime, a apporté pendant des années l'aide de son expérience et de sa haute autorité.

C'est tout récemment que l'Allemagne a adhéré à ce Conseil et à quelques-unes des Unions qui en dépendent. Il avait fallu 20 ans pour renouer les liens du passé. A présent, non seulement la rupture avec l'Allemagne les a de nouveau dénoués, mais des nations dont le rôle scientifique était éminent ont disparu de la carte de l'Europe : l'Autriche, la Tchécoslovaquie, la Pologne. Bien souvent je pense à mes amis géodésiens qui sont là-bas, me demandant ce qu'ils sont devenus dans la tourmente.

L'Association géodésique internationale avait organisé, il y a trois ans, à Helsinki, sous la direction d'un savant hautement autorisé, le Professeur W. Heiskanen, un Institut spécial destiné à poursuivre des calculs et des recherches concernant des théories modernes très à l'ordre du jour actuellement en Géodésie, celles de l'Isostasie. Chose extraordinaire, dans les circonstances actuelles, l'Institut continue à fonctionner, les communications par lettres, entre lui et nous, ne sont pas interrompues et, sous les bombardements aériens, l'Institut continue à publier une série de Mémoires qui l'ont mis au premier rang des Établissements géodésiques. Le Professeur Heiskanen exprime dans ses lettres une confiance inébranlable dans la victoire finale, assurant que les Finlandais lutteront jusqu'au dernier homme pour échapper à la tyrannie bolchevique.

Je suis certain d'être votre interprète en envoyant aux savants finlandais l'expression de la profonde sympathie des savants français et des vœux qu'ils forment pour leur patrie.

Mes chers Confrères, chacun de vous dans sa sphère doit avoir, comme première préoccupation, le salut et le triomphe du Pays.

Certains d'entre vous ont l'heureuse chance de pouvoir travailler directement au bénéfice de la défense nationale, mais les autres, en continuant leurs études et leurs recherches, d'un intérêt moins immédiat pour cette défense, travailleront quand même pour la Patrie.

Vous savez que les voix les plus autorisées de nos dirigeants ont, à plusieurs reprises, proclamé que, malgré la guerre, l'activité du Pays, dans tous les domaines, doit être, autant que possible, maintenue.

La France continuera donc ainsi à vivre et l'Académie à travailler.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYLOGÉNIE. — *Remarques sur un essai d'arbre généalogique du règne animal.* Note [1] de M. **Lucien Cuénot.**

J'ai énuméré [2] un certain nombre de principes sur lesquels on peut se baser pour établir d'une façon au moins vraisemblable les rapports et la succession chronologique des êtres qui se sont succédé sur le globe. La paléontologie donne à ce sujet un précieux enseignement : il y a des groupes fort anciens qui sont pourvus d'un squelette calcaire de conservation facile, ayant de plus l'avantage de révéler certains traits de la structure anatomique : ce sont en particulier les Echinodermes, que le moindre fragment permet de reconnaître comme tels, les Brachiopodes et les Mollusques à coquille caractéristique : on en connaît un nombre considérable d'espèces depuis l'époque cambrienne, soit depuis 600 millions d'années, et il y en a encore beaucoup actuellement; c'est dire que nous sommes dans les meilleures conditions possibles pour comprendre leur évolution, déroulée pendant cet énorme laps de temps.

Or il est évident que, depuis la trouvaille la plus ancienne, les trois groupes pris comme exemple sont des groupes *fermés*, c'est-à-dire que leur évolution n'a jamais donné naissance qu'à des Échinodermes, des Brachiopodes ou des Mollusques, quelles qu'aient été les variations intérieures d'ordre et de classe, les changements de milieu et de mode de vie; une *Entoconcha* endoparasite est aussi Mollusque qu'un Chiton ou une Nucule, en dépit de la considérable différence d'aspect et d'habitat; c'est un fait qu'il n'y a jamais eu d'évolution externe, si je puis m'exprimer ainsi; de la structure Échinoderme, rien n'est sorti qui ne soit Echinoderme, et nous ne pouvons même pas concevoir qu'il en soit autrement. Je comparerai volontiers ces trois groupes à des feuilles attachées sur une même branche; nous ne connaissons ni la branche, ni le point d'attache, ni même la base du pétiole; nous ne constatons l'existence de la feuille

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

(2) *Comptes rendus,* **209**, 1939, p. 736.

qu'à partir d'un certain moment du Temps, où l'on commence à trouver des espèces que l'on qualifie d'archaïques ou primitives (elles ne sont telles que par rapport à celles qui les suivront). Mais la feuille Échinoderme est tout à fait indépendante d'autres feuilles dans son évolution buissonnante, aussi bien que les feuilles Brachiopode et Mollusque.

Quel nom peut-on donner à ces feuilles autonomes? Les mots d'embranchement, de phylum conviendraient, mais ils ont été trop souvent employés pour ne pas prêter à confusion; je préférerais le terme nouveau de *clade* (du grec κλάδος, branche).

Nous pouvons extrapoler avec sûreté le principe de l'évolution indépendante et close pour tous les types définis de structure que l'on étudie par chapitres séparés dans les Traités de Zoologie et de Paléontologie, ce qui est une façon implicite d'accepter le fait; l'évidence est la même pour les Arthropodes à partir du cambrien, pour les Vertébrés dont on connaît des fossiles depuis le silurien inférieur, aussi bien que pour les types de structure qui n'ont pu laisser de traces, comme les Balanoglosses, les Tuniciers et la plupart des Vers. En somme, il est impossible de faire dériver un clade actuel d'un autre clade actuel; s'ils sont reliés — ils le sont sûrement — c'est par leur base inconnue; cette autonomie est la définition même du clade.

Les divers clades sont extrêmement inégaux en ce qui concerne leur succès sur le globe; les uns ont donné des milliers et même des millions d'espèces actuelles et fossiles, aux adaptations les plus variées, comme les Vertébrés, les Arthropodes, les Mollusques, les Protozoaires, et leurs espèces comptent d'innombrables individus. D'autres, égaux aux précédents en tant que clades autonomes, sont très pauvrement représentés : il y a un seul genre dans le clade *Phoronis*; deux genres, *Rhabdopleura* et *Cephalodiscus*, dans le clade Ptérobranches; bien peu d'Endoproctes, de Sipunculiens, d'Echiuriens, de Priapuliens, et naturellement le genre de vie est monotone; souvent leurs espèces comptent peu d'individus. Tout se passe comme si ces formes avaient un maigre potentiel évolutif. Mais cette disparité numérique est le fait contingent du succès ou de l'insuccès du type; elle ne nous interdit pas de regarder comme parfaitement équivalents au point de vue de l'originalité structurale le groupe minime des Ptérobranches et l'immense légion des Arthropodes s'étendant des Trilobites aux Insectes.

Il est digne de remarque qu'il n'y a pas une forme fossile qui soit vraiment inclassable, au sens large du mot, c'est-à-dire que toutes les formules

animales que nous fait connaître la paléontologie ont laissé des descendants vivant à notre époque; certes des ordres ont totalement disparu parmi les Échinodermes, les Céphalopodes, les Reptiles, et il y a même une classe éteinte (Trilobites), mais le clade persiste et il est possible de reconstituer plus ou moins exactement la structure anatomique des disparus.

Nous pouvons représenter graphiquement l'arbre généalogique du Règne animal sous la figure d'un axe peu ramifié, dont nous préciserons plus tard le dessin, qui porte latéralement des clades; ceux-ci seront plus ou moins larges suivant la variété de leur différenciation interne; il y en aura donc de très petits et d'autres immenses; le point d'insertion sur l'axe correspond à un moment du Temps antécambrien ou tout au moins paléozoïque inférieur. La distance qui sépare les points d'insertion sur l'axe représente symboliquement le degré d'affinité; des clades seront très voisins l'un de l'autre, comme ceux des Ectoproctes et des Brachiopodes, ceux de l'Amphioxus et des Vertébrés, étroitement apparentés; d'autres seront très distants, ce qui marque une grande différence structurale, comme ceux des Échinodermes et des Balanoglosses, ceux des Cœlentérés et des Platodes, dont la parenté est lointaine. Jadis, des clades paraissant tangents ont été confondus sous un même nom; mais une étude plus approfondie de leur structure intérieure a montré qu'ils devaient avoir des pétioles distincts et constituaient par conséquent des types autonomes : c'est ainsi que le pseudo-clade Bryozoaire a disparu pour être remplacé par ceux des Ectoproctes, Endoproctes et Phoronidiens; il n'y a plus de Géphyriens, mais les trois clades des Sipunculiens, des Échiuriens et des Priapuliens; les Linguatulides ont été retirés de la classe Arachnides et mis à part; il est probable qu'on abandonnera le nom de Cœlentérés pour le remplacer par les deux clades Cnidaire et Cténophore, l'état cœlentérique ne représentant qu'un stade d'évolution, de même que l'état cœlomate.

Si l'on accepte cette conception des clades encore vivants, insérés sur des axes comme des bourgeons successifs sur une branche, il en découle une conséquence singulière : l'évolution cladique, qui s'est échelonnée pendant une période d'un demi-milliard d'années (depuis l'antécambrien jusqu'au silurien), *est terminée* depuis longtemps; en effet, il est certain que les groupes du Règne animal dont l'apparition est la plus récente sont ceux des Vertébrés et des Arthropodes; tous les autres clades sont forcément plus anciens; or les Vertébrés, dernière pousse gonflée de sève, remontent au silurien inférieur, mais sont probablement bien antérieurs;

les Arthropodes sont précambriens. C'est dire que, depuis plus de 600 millions d'années, aucun type structural nouveau n'est apparu. L'axe est mort; l'évolution continue, bien entendu, mais à l'intérieur des clades dont le sommet est seul vivant; elle est limitée à la formation de nouvelles espèces qui, si variées qu'elles puissent être, ne sortiront pas de l'enceinte des clades; le long passé nous répond du présent. L'évolution est aussi très ralentie, car il reste peu de places vides à occuper.

Il y a donc sur la Terre un processus, celui de la production de types structuraux ou clades, *qui est irrévocablement terminé;* notre globe a eu sa période de jeunesse et d'intense production de formules de vie; il est maintenant dans l'âge mûr, qui a eu son événement notable : l'apparition de l'Homme.

Mais cet axe mort depuis longtemps que nous avons été amenés à imaginer, a été constitué au prépaléozoïque par des espèces réelles, adaptées aux milieux de leur époque; elles reliaient les clades que seuls nous connaissons; sans doute elles ont donné naissance, non seulement aux clades persistants de nos jours, mais aussi à des clades éphémères qui nous sont totalement inconnus. On peut constater que les axes, dans tous les arbres généalogiques qui ont été proposés, sont constamment vides de noms, ceux-ci étant toujours placés à l'extrémité de rameaux latéraux; cette carence n'est pas inexplicable; les espèces concrètes de liaison qui ont forcément existé étaient peut-être des êtres extrêmement petits, par exemple de la dimension de Tardigrades ou de Rotifères, sans aucun squelette interne ou externe, ou bien pélagiques à la manière des larves actuelles (3), de sorte que nous n'avons aucun espoir de les connaître comme fossiles; il n'y aurait rien de surprenant à ce que les espèces axiales et certains clades aient succombé devant la concurrence de clades plus spécialisés et mieux armés. Dans une certaine mesure, nous pouvons nous faire une idée de ce qu'étaient les espèces axiales intermédiaires entre deux clades voisins, en leur attribuant les caractères communs à ceux-ci; on a déjà fait quelques tentatives dans la voie de cette zoologie spéculative : les schémas de passage du Flagellé au Spongiaire et à la gastrule, du Cœlentéré au Cœlomate, du

(3) On regarde habituellement les larves cladiques comme de pures formes de dissémination; mais on peut croire aussi qu'elles reproduisent d'assez près (à part l'absence d'organes génitaux) la structure des espèces axiales; en effet, il y a bien des cas où les liaisons entre clades s'établissent d'une façon satisfaisante par la considération des ressemblances entre larves (par exemple *Auricularia* et *Tornaria*, Trochosphères).

Mollusque primitif, publiés dans divers Traités, sont des essais plus ou moins heureux pour reconstituer la partie inconnue, mais non inconnaissable, de l'arbre généalogique.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *La mouillabilité des surfaces solides.* Note ([1]) de M. **Henri Devaux**.

I. *Appréciation de la mouillabilité.* — Le champ d'action de la mouillabilité ne dépassant jamais une épaisseur moléculaire, le mode d'appréciation de la mouillabilité ordinairement employé est défectueux. On dit en effet qu'un corps est mouillable lorsque, par exemple, étant trempé d'eau, il ressort couvert d'une pellicule liquide adhérente. On dit qu'il est non mouillable lorsque, étant sorti de l'eau, il se montre sans aucune garniture liquide à sa surface. En réalité, l'existence d'une pellicule épaisse d'un liquide est toujours un phénomène momentané, tout à fait fugitif, quand la pellicule est entièrement libre (bulles), c'est-à-dire n'est pas soutenue par une surface solide et que le liquide est pur; mais instable également même quand la pellicule est soutenue par un support solide. Il est impossible d'avoir une lame d'eau polymoléculaire persistante sur une surface de verre même parfaitement propre. L'eau tend à se retirer en abandonnant à la fin une lame monomoléculaire à la surface du solide. C'est ce que j'ai pu démontrer par l'expérience.

Pour observer le phénomène, il ne faut pas employer une surface de verre nettoyée chimiquement, car cette surface est profondément modifiée. Il faut expérimenter sur une paroi de verre entièrement neuve. Par exemple, une surface d'un petit ballonnet de verre, récemment soufflé, reçoit quelques gouttes d'eau distillée. Si l'on promène cette eau un instant sur une portion de la surface, on peut voir que, quoique très mince, la pellicule formée conserve une limite visible devenant de plus en plus distincte, sous forme d'un bourrelet de rétraction qui se résout bientôt en gouttelettes isolées dont les bords sont flous. Ces gouttes se rassemblent et forment des traînées verticales s'écoulant vers la partie la plus déclive.

On peut aussi, en chauffant légèrement la petite masse d'eau, obtenir un nuage de vapeur, qui se condense aussitôt en une buée grossière sur les parois du ballonnet. Or cette buée résulte certainement de la résolution

---

([1]) Séance du 27 décembre 1939.

d'une lame épaisse d'eau, déposée tout d'abord. On voit, en effet, que les gouttelettes qui la constituent confluent les unes avec les autres, devenant de plus en plus grosses et plus distantes : leur limite est floue, et à la fin elles donnent des traînées d'écoulement, ne laissant en apparence rien sur la surface du verre.

Ces phénomènes sont tout à fait semblables à ceux que présentent la production et l'évolution d'une lame épaisse d'huile, sur l'eau ou sur le mercure ([2]). L'extension de l'huile est tout d'abord très rapide, mais elle s'arrête vite, et la lame formée se rétracte bientôt à sa périphérie, sous forme d'un bourrelet presque aussitôt transformé en gouttelettes, tandis que d'autres colliers semblables apparaissent autour de trous de rétraction, de sorte que bientôt la lame entière est résolue en globules entre lesquels subsiste une lame monomoléculaire. La même série de phénomènes se produisant aussi pour l'eau sur le verre, extension puis rétraction aboutissant à des gouttelettes séparées, nous devons admettre qu'une couche monomoléculaire d'eau subsiste aussi à la surface du verre; de sorte que *la seule phase définitivement stable d'une couche d'eau sur du verre serait la même que celle de l'huile sur l'eau*, *ce serait une couche monomoléculaire avec ou sans globules*.

J'ai vérifié expérimentalement qu'il en est de même de l'huile sur le verre.

Au reste, la couche monomoléculaire d'eau retenue ainsi par le verre est en tout cas très adhérente, très énergiquement retenue, à la façon des molécules de camphre ou de phénol par le mercure. Il est même probable qu'une petite quantité d'eau pénètre dans la masse même du verre, car ce n'est que par une dessiccation longtemps prolongée à chaud que Moissan, par exemple, a réussi à enlever au verre les dernières traces d'eau qu'il avait condensées.

II. *Appréciation d'une mouillabilité nulle ou très faible.* — Considérons maintenant une surface de verre garnie d'un enduit lipoïdique, par exemple d'une couche d'huile ou de cire fortement fixée au verre. Une telle surface se démouille rapidement dès qu'on la retire de l'eau. Il est certain que, dans ce cas, la surface ne retient pas même une couche monomoléculaire, toute pellicule aqueuse étant plus fortement attirée par l'eau déjà rassemblée que par la surface cireuse. Une goutte d'eau déposée sur cette surface se met ou reste en boule comme du mercure, mais cette sphère liquide ne

---

([2]) *P.-V. Soc. Fr. de Phys.*, 28 mars 1912, p. 36 à 39.

roule ni ne glisse à la surface, elle est complètement fixée par adhérence.

La différence fondamentale entre une mouillabilité parfaite d'un corps et une mouillabilité nulle d'un autre corps se manifeste donc dans une vitesse de démouillage après submersion. Si l'eau se retire très paresseusement, mais d'une manière continue, le mouillage est excellent, et le solide reste garni à la fin d'une pellicule monomoléculaire. Si l'eau se retire facilement, en laissant ou non des gouttes adhérentes, le mouillage est nul ou médiocre, aucune pellicule monomoléculaire d'eau ne subsiste sur le corps.

Ces deux types extrêmes de mouillabilité sont réalisés spécialement par les surfaces à molécules orientées, que l'on obtient artificiellement et que l'on rencontre aussi chez les êtres vivants. Plus l'orientation est générale et parfaite, plus les affinités superficielles pour l'eau sont régulières, qu'elles soient positives ou négatives.

III. *Nature composite des surfaces ordinaires des solides.* — Il est rare que les corps solides présentent des surfaces homogènes. Lors même qu'on a rafraîchi des surfaces, par coupure, cassure ou autrement, il y a de grandes probabilités pour que les pôles des molécules se présentent en désordre sur elles; les uns seront hydrophiles, les autres hydrophobes. L'ensemble constituera une mosaïque irrégulière et la mouillabilité globale résultera simplement de la prépondérance de l'un ou l'autre type d'affinité de chaque nature des pôles. On ne peut donc pas dire qu'une surface neuve, produite par cassure d'un bloc, sera nécessairement mouillable. Nous avons expérimentalement prouvé, en effet, que cette résultante est de l'hydrophobie dans le cas des métaux usuels, râpés sous l'eau (3), quoique leurs molécules aient aussi un pôle hydrophile (4), tandis qu'elle est de l'hydrophilie pour le verre fraîchement brisé ou pulvérisé.

La mouillabilité globale des surfaces usuelles ne peut être l'intermédiaire exact entre une hydrophilie parfaite et une hydrophilie nulle, *elle ne peut être une mouillabilité définie* parce que c'est un mélange topographiquement irrégulier de ces deux types extrêmes.

Ainsi s'explique l'adhérence remarquable des gouttes d'eau sur une vitre. Chacune d'elles est localement fixée par l'hydrophilie qu'elle y a rencontrée, mais elle ne peut s'écouler parce que, dès qu'elle tend à glisser, elle rencontre inévitablement des parties hydrophobes qui l'arrêtent.

---

(3) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 105.
(4) *Bull. Soc. franç. Phys.*, 219, 1925, p. 90 à 92 S.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une méthode d'étude de la radioactivité des roches*. Note de M. **Edmond Rothé** et Mme **A. Hée**.

Depuis 1935, date à laquelle nous avons fait connaître nos premières prospections par les rayons pénétrants, nous avons montré par de nombreux exemples les avantages de cette méthode qui apporte aux géologues de nouveaux éléments d'informations ([1]). L'électroscope que l'un de nous avait fait spécialement construire pour l'étude des rayons pénétrants ([2]), s'étant montré moins commode sur le terrain que l'appareil Kolhörster où la feuille d'or trop fragile est remplacée par des bouclettes de quartz plus résistantes, c'est avec ce dernier instrument que nous travaillons depuis 1935, le même que divers géologues ont récemment utilisé en appliquant la même méthode. Un modèle modifié plus directement approprié au but proposé est en cours d'exécution.

Au cours de toutes nos recherches nous avons recueilli des échantillons au lieu même où l'ionisation était mesurée et nous en avons contrôlé la radioactivité au laboratoire par leurs rayons α. Nous avons ainsi examiné près de 200 roches d'Alsace et des Vosges, étendu ensuite nos mesures à des échantillons de provenances diverses, Morvan, Écosse. Nous avons mesuré l'activité d'une quarantaine de laves et de roches diverses du Plateau Central, celle d'échantillons soigneusement repérés provenant de la Montagne Pelée et du volcan de la Réunion, que M. A. Lacroix a bien voulu nous communiquer; celle de laves du Vésuve, transmises par M. Signore. Enfin, grâce à M. Robertson, d'Edimbourg, nous avons pu aussi étudier les différentes couches qui figurent sur la carte du volcan fossile Arthur's Seat, dressée par le *Geological Survey*.

Dans la Note actuelle, nous nous proposons d'indiquer le principe de la méthode que nous désignerons sous le nom de *méthode des couches d'épaisseurs variables*. Elle conduit pour chaque échantillon à une courbe de forme caractéristique, qui permet de procéder à un classement et de se faire tout au moins une idée générale des proportions des corps radioactifs, familles

---

([1]) *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 892; *Ass. Franç. Av. Sc.*, Nantes, 1935, p. 275; *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 268; *Ass. Franç. Av. Sc.*, Marseille, 1936, p. 222; *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1835; *Ann. Inst. Phys. Globe Strasbourg*, 3e partie, Géophysique, 1939, p. 7.

([2]) 67e *Congrès des Sociétés Savantes*, Paris, 1934, p. 246.

thorium et uranium-radium, contenues dans l'échantillon considéré. L'intérêt de ces recherches ne consiste pas à obtenir des *moyennes aujourd'hui bien connues;* il n'importe pas non plus de connaître la *valeur absolue et précise* de la teneur déterminée avec tout le soin désirable par les émanations dans des laboratoires spécialisés, mais il nous semble qu'il convient plutôt de s'attacher aux ordres de grandeur qui caractériseront certaines couches ou roches.

On commence par pulvériser la substance aussi finement que possible et on la passe au tamis fin; on la répand ensuite sur des disques en laiton à rebord semblables à ceux qui constituent les supports d'étalons à oxyde d'uranium. Ces disques de surface constante conviennent à des quantités différentes de matière, donc à des *épaisseurs différentes :* les rebords sont respectivement 1^{mm} pour les masses de $0^{g},5$ et 5^{g}, 3^{mm} pour 18^{g}, 5^{mm} pour 30^{g}. On les dispose successivement dans le condensateur approprié surtout aux rayons α, sur des disques supports tels que la surface rayonnante se trouve toujours à la même distance des armatures du condensateur et que la capacité demeure sensiblement la même quel que soit le disque en usage. Nous avons employé la méthode de déviation en mesurant le déplacement du spot d'un électromètre à quadrants pendant le même nombre de minutes; nous mesurions d'autre part le temps nécessaire au spot pour parcourir un nombre déterminé de divisions de l'échelle sous l'influence d'un étalon à oxyde d'uranium. On sait que ces données permettent d'exprimer les activités des substances en fonction de celle de l'étalon.

Ce sont ces chiffres que l'on portera en ordonnées; en abscisses se trouvent les masses utilisées en grammes, ce qui revient, comme cela a été dit, à étudier les variations d'effets en fonction des diverses épaisseurs de la substance.

Nous indiquerons tout de suite que des mesures de contrôle ont été exécutées avec des substances préparées artificiellement : *a*, nitrate de thorium (produit préparé depuis plus de 25 ans), dissous dans un sel inactif, teneur $3,77.10^{-5}$ g. par gramme; *b*, chlorure de Ra dissous dans du chlorure de Ba $52,2.10^{-12}$ g. Ra élément par gramme. Pour la substance *a* au thorium, les chiffres obtenus se rangent à peu près sur une droite d'autant plus inclinée sur l'axe des abscisses que la teneur en thorium est plus grande. Au contraire, pour la substance *b* au radium, on obtient une branche de courbe ascendante, mais, pour les masses supérieures d'abord à quelques grammes, la courbe se termine par un palier montrant qu'à partir d'une certaine épaisseur le rayonnement ne dépend que de la partie superficielle de la préparation. Ces comportements si différents ne peuvent pas seulement être attribués aux différences de parcours et de pouvoir absorbant, mais il convient de faire intervenir dans leur explication les

différences des vies moyennes et les propriétés physiques des émanations correspondantes telles que la facilité de diffusion. Il est clair que, si l'on prépare par synthèse des substances contenant des quantités déterminées de thorium et de radium, on obtiendra des courbes intermédiaires dont le début est incurvé tandis que la portion finale est rectiligne, l'inclinaison étant fonction de la quantité de thorium.

Or ce sont des courbes de ce genre que fournissent les roches naturelles dont nous donnons ci-dessous quelques exemples typiques ou plutôt la possibilité de les construire à l'aide des données du tableau.

Activité en unités d'uranium.

Masse	0g,5	5g	18g	30g
Granite du Brezouard à deux micas	21,1	42,2	97,5	121,7
Granite de Bonnefontaine	26,7	71,1	111,9	169,8
Basalte de Riquewihr	13,7	24,3	61,2	76,4
Basalte d'Orbey	32,0	120,8	480,3	689,9
Phonolite de la Roche Sanadoire	42,9	146,3	345,1	500,7
Granite de Raon amphibolique	46,6	196,2	537,0	859,4
Granite de Brifosse, Sainte-Marie-aux-Mines	92,6	240,9	432,2	579,2
Granite de Kagenfels	159,6	374,3	963,5	1382,4
Argile de Saint-Michel-sur-Meurthe	752,2	2076,8	3248,9 ([a])	6154,9 ([b])
	166,6	681,0	1266,1 ([a])	2239,8 ([c])
Andésite labradorique, Tellicoultry	7,7	12,6	23,2	38,6
Lave du Vésuve, coulée du 23 mai 1937	100,8	127,6	133,0	148,5
Pouzolane de la Somma	45,2	79,3	128,9	173,9
Trachyte (Chapelle de Cilaos), La Réunion	20,9	29,8	107,3	161,2
Dacite des Pitons du Carbet (Pont de l'Alma), Martinique	ε	2,9	23,2	37,7

([a]) Pour 10g; ([b]) pour 21g,5; ([c]) pour 20g.

L'ensemble des résultats dont sont extraits ces quelques exemples sera discuté en détail quand il aura été possible de compléter des étalonnages nécessaires. Cette discussion, à laquelle on travaille actuellement, conduira sans doute à une méthode d'analyse approximative rapide.

M. **Selman A. Waksman** fait hommage à l'Académie de divers Mémoires relatifs à la *Pédologie*, la *Microbiologie du sol* et la *Chimie microbienne*.

CORRESPONDANCE.

M. **Maurice-Marie Janot** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur les paratingentes de rang strictement pair des orthosurfaces.* Note de M. **Jean Mirguet**, présentée par M. Élie Cartan.

1. La présente Note poursuit l'étude des orthosurfaces Σ dont les paratingentes de rang supérieur au premier sont, en chaque point, en nombre fini. L'intérêt de ces surfaces a été signalé par M. Bouligand [1]. A leur sujet, j'ai montré ici même [2] qu'en un point d'une surface où les paratingentes de rang supérieur sont en nombre fini, le contingent (ctg) est convexe et que, dans le cas particulier des surfaces Σ, le ctg, en chaque point, est un plan, un dièdre ou un polyèdre convexe.

Il s'agit, dans ce nouveau travail, d'envisager les surfaces Σ dont les paratingentes de rang supérieur ne sont pas toutes de rang infini (comme sur l'hyperboloïde), mais dont certaines au moins sont de rang limité (jante du tore). Le résultat envisagé concerne les *paratingentes de rang strictement pair*, c'est-à-dire qui sont de rang $2k$ sans être de rang $2k+1$, et en voici l'énoncé :

Sur les surfaces possédant partout un nombre fini de paratingentes de rang supérieur au premier, il existe, en chaque point, au plus deux paratingentes de rang strictement pair, sauf, peut-être, sur un ensemble dénombrable de points.

2. La démonstration de cette proposition repose, d'abord, sur les propriétés de tangence des paratingentes de rang strictement pair des Σ. Soit Δ une direction de droite exclue du ptg ordinaire d'une Σ en un point M ; du fait qu'en M figure un nombre fini de paratingentes de rang supérieur résulte : 1° que tout plan issu de Δ coupe le ctg suivant *deux demi-tg* MT_1 *et* MT_2 *situées de part et d'autre de* Δ ; 2° toute paratingente, ordinaire ou non, en M est située *nécessairement dans un plan d'appui* du ctg.

---

(1) *Introduction à la Géom. Inf. Directe*, Paris, 1932, § **118** à **128**.

(2) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1218 ; Cf. *Acta Mathematica*, **168**, 1937, p. 293.

Soit P le plan déterminé par Δ et une paratingente D de rang strictement pair; D porte au moins une des demi-tg de Σ situées dans P : autrement, d'après 2°, les droites presque parallèles à D, du voisinage de M, devraient traverser la surface un nombre pair de fois, ce qui ne peut se concilier avec la parité du rang de D. De plus, et pour la même raison, l'intersection ΣP est, non seulement tangente à D, mais la coupe : si un angle (MT_1, MT_2) est inférieur à π, ΣP est extérieure à cet angle au moins le long de la demi-tg portée par D; si $(MT_1, MT_2) = \pi$, ΣP a une inflexion en M.

Essentielle est la réciproque partielle suivante : dans le cas où un angle (MT_1, MT_2) est inférieur à deux droits, si l'intersection n'est pas tout entière à l'intérieur de cet angle, mais lui est extérieure, dans un voisinage fini de M, le long au moins de MT_1, le support de MT_1 est une paratingente *seconde*. Dans le cas de $(MT_1, MT_2) = \pi$, si l'intersection coupe le support de MT_1 et MT_2, ce support est une paratingente *seconde*. Mais on ne peut rien affirmer, ni infirmer d'un rang supérieur des supports des demi-tg.

3. En s'appuyant alors sur ces propriétés de tangence et leur réciproque partielle, on va limiter à *une* le nombre des paratingentes de rang strictement pair tangentes le long d'une même face du ctg dièdre ou polyédrique.

Supposons que deux paratingentes de rang strictement pair portent deux demi-tg MT_1 et MT_2 d'une même face du ctg dièdre ou polyédrique; sur cette face il existe (à l'intérieur et à l'extérieur de l'angle MT_1, MT_2 inférieur à deux droits) des demi-tg $M\mathfrak{T}_i$ non supportées par des paratingentes de rang supérieur. Donc, au voisinage de M, les intersections de Σ par les demi-plans $\Delta M\mathfrak{T}_i$ sont intérieures au ctg, tandis que les intersections de Σ par les demi-plans ΔMT_1 et ΔMT_2 sont extérieures à ce ctg. Soit alors un plan π_i qui tend vers M en rencontrant ces ΔMT_1, ΔMT_2 et $\Delta M\mathfrak{T}_i$ et en n'étant parallèle à aucune paratingente de rang supérieur en M. *Les propriétés de continuité et de convexité* de l'intersection de π_i et de Σ sont incompatibles avec les situations, par rapport au ctg, des intersections de Σ et des demi-plans ΔMT_1, ΔMT_2 et $\Delta M\mathfrak{T}_i$. Donc, l'existence de deux paratingentes de rang strictement pair le long de la même face est impossible.

4. Dans le cas du ctg plan, les propriétés de tangence énoncées prouvent que le ctg coupe la surface, suivant un certain nombre de continus (quatre au maximum), chacun limité à M et à demi-tg unique en M. Les demi-tg d'intersection, ainsi définies, doivent être opposées, si elles sont quatre, et une paratingente de rang strictement pair qui, dans

ce cas, ne porterait pas deux d'entre elles, introduirait une infinité de paratingentes au moins secondes.

Ceci posé, s'il existe deux paratingentes de rang strictement pair $D_1MD'_1$ et $D_2MD'_2$ sur le ctg, les sections de Σ par les plans définis par Δ et chacune de ces deux paratingentes coupent en M le plan tangent et, par suite, il y a une demi-tg d'intersection *dans l'un des quatre angles* $< \pi$ formés par $D_1MD'_1$ et $D_2MD'_2$; dans $D_1MD'_2$, par exemple, *et dans son opposé.* Un plan P, issu de Δ, qui coupe le plan tangent suivant une droite intérieure à l'angle D_1MD_2 ($< \pi$) et à son opposé, peut être choisi pour que la section de Σ par P soit, près de M, d'un seul côté du plan tangent; donc, cette section par P entraîne *deux nouvelles* demi-tg d'intersection qui, d'après ce qui précède, interdisent une troisième paratingente de rang strictement pair.

En résumé, la présence de plus de deux paratingentes de rang strictement pair est impossible dans le cas du ctg dièdre ou plan et, comme le ctg polyédrique est strictement convexe, il suffit d'invoquer le critère de dénombrabilité de M. Denjoy pour obtenir la proposition annoncée.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Propriétés des faisceaux* $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ *de parcours négatifs* V [1] *des fonctions entières.* Note de M. **Lucien Hibbert**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $f(z)$ la fonction déduite d'une fonction entière en ramenant le point singulier essentiel en A à distance finie : $R = |f(z)|$; $V = \arg f(z)$; $\overrightarrow{R} \equiv$ parcours positif R; $\overleftarrow{R} \equiv$ parcours négatif R; $\overrightarrow{V} \equiv$ parcours positif V; $\overleftarrow{V} \equiv$ parcours négatif V.

Appelons $\overrightarrow{bc}$ un arc de parcours positif gauche $\overrightarrow{R}$; sur $\overrightarrow{bc}$, construisons $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$. Soit e un point de $\overrightarrow{bc}$, menons $\overleftarrow{V}_e$; les cas possibles sont : 1° $\overleftarrow{V}_e$ conduit au point $R = 0$ sans rencontrer ni un point j, ni le point A; 2° $\overleftarrow{V}_e$ rencontre un point j; à partir de ce point, il se subdivise en $\overleftarrow{V}_{ed}$ et $\overleftarrow{V}_{eg}$, qui conduisent en $R = 0$ sans rencontrer A; 3° $\overleftarrow{V}_e$ conduit en A sans

---

[1] Pour les propriétés des courbes $\log R = \text{const.}$, $V = \text{const.}$, voir *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1121; **207**, 1938, p. 894 et 961.

rencontrer de point j, et A n'est pas un point de cassure pour lui, $\overleftarrow{V}_e$ s'arrête en A ; 4° $\overleftarrow{V}_e$ conduit en A sans rencontrer de point j ; A est point de cassure pour lui soit à droite, soit à gauche, soit des deux côtés à la fois ; à partir de A, $\overleftarrow{V}_e$ peut présenter les configurations suivantes : a. $\overleftarrow{V}_e$ quitte A suivant une branche unique pour aller s'arrêter en $R = 0$ en dehors de A ; b. $\overleftarrow{V}_e$ décrit un nombre fini de boucles fermées en A avant d'aller en $R = 0$ distinct de A ; c. $\overleftarrow{V}_e$ décrit un nombre fini ou infini de boucles fermées avant de s'arrêter en A ; 5° $\overleftarrow{V}_e$ rencontre un point j ; $\overleftarrow{V}_{ed}$ à droite et $\overleftarrow{V}_{eg}$ à gauche admettent A comme point de cassure ; on retrouve les configurations décrites dans le troisième et le quatrième cas, qui précèdent.

Indiquons maintenant les variétés possibles de faisceaux $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$: 1° tout parcours $\overleftarrow{V}$ aboutit en $R = 0$ distinct de A ; $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ se subdivise en un nombre fini de faisceaux $f_K(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$, dans un faisceau $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ tout parcours $\overleftarrow{V}_e$ aboutit au sommet du faisceau avec $R = 0$; 2° $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en $R = 0$ distinct de A ; mais les points $R = 0$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ admettent A comme point limite ; $\overleftarrow{V}_{bd}$ ou $\overleftarrow{V}_{cg}$ ou les deux vont en A et s'arrêtent en ce point. Appelons $g_1, \ldots, g_n, \ldots$ les points de $\overrightarrow{bc}$ origines de parcours $\overleftarrow{V}_{g_1}, \ldots, \overleftarrow{V}_{g_n}, \ldots$, qui passent au moins par un point j, l'ensemble $E(g_1, \ldots, g_n, \ldots)$ admet b ou c, ou b et c comme points limites. Soient $W_{j_{g_1}}, \ldots, W_{j_{g_n}}, \ldots$ les valeurs de $W = f(z)$ aux points $j_{g_1}, \ldots, j_{g_n}, \ldots$; rangeons les $W_{j_{g_i}}$ dans un ordre non croissant ; si W_g est une valeur d'accumulation des $W_{j_{g_i}}$, $W_g \neq 0$, son argument est V_b ou V_c, suivant que W_g correspond à des points g_i sur $\overrightarrow{bc}$ qui admettent b ou c comme points limites. Le faisceau $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un faisceau $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ (²). Si $W_g \neq 0$ n'existe pas sur $\overleftarrow{V}_{cg}$ et $\overleftarrow{V}_{bd}$, on arrive en A avec $R = 0$.

3° $\overleftarrow{V}_{bd}$ ou $\overrightarrow{V}_{cg}$, ou les deux à la fois, vont en A, et le quittent soit immédiatement, soit après un nombre fini de boucles fermées en A pour

---

(²) Sur les faisceaux $f_k\left[\overrightarrow{V}, \overrightarrow{bc}\right]$, et $\left[\overrightarrow{V}, \overrightarrow{be}\right]$, voir *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 287, 718 et 783.

aller en $R = 0$ distinct de A; tout $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en un $R = 0$ distinct de A. Le faisceau $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ se décompose en un nombre fini de $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; 4° $\overleftarrow{V}_{cg}$ ou $\overleftarrow{V}_{bd}$, ou les deux à la fois, s'arrêtent en A après un nombre fini ou infini de boucles fermées en A; tout $\overleftarrow{V}_e$ aboutit en un $R = 0$ distinct de A; les points $R = 0$ admettent b ou c, ou b et c comme points limites. On retrouve le cas 2° précédent, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; 5° $\overleftarrow{V}_{bd}$, $\overrightarrow{V}_{cg}$, ainsi que tout parcours $\overleftarrow{V}_e$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$, aboutit en A et s'arrête en A soit directement, soit après un nombre fini ou infini de boucles fermées en A. Soient $g_1, g_2, \ldots, g_n, \ldots$ les points de $\overrightarrow{bc}$ origines de parcours $\overleftarrow{V}_{g_i}$ qui rencontrent un point $\vec{j}$, ou admettent A comme point de cassure, ou à la fois rencontrent un point j et admettent A comme point de cassure; si l'ensemble $E(g_i)$ est fini, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est la réunion d'un nombre fini de faisceaux $f_k(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$; si, au contraire, $E(g_i)$ est infini, $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ est un $f_V(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$. Soit alors $E_C(g_i)$ l'ensemble complémentaire de $E(g_i)$ sur $\overrightarrow{bc}$ et partout dense sur $\overrightarrow{bc}$, les parcours $\overleftarrow{V}$ de $f(\overleftarrow{V}, \overrightarrow{bc})$ appartenant aux points de $E(g_i)$ conduisent tous en A avec $R = 0$.

Il est impossible de trouver une fonction entière dont tous les points $R = 0$ soient distincts de A, sans admettre A comme point limite. En effet, les $R = 0$ seraient en nombre fini et la fonction entière se réduirait à un polynome. Les points $R = 0$ des parcours $\overleftarrow{V}$ de $f(z)$ sont donc soit en A, soit en dehors de A avec A comme limite, soit en A et en nombre fini en dehors de A, soit en A et en nombre infini en dehors de A avec A comme limite. Il existe ainsi pour toute fonction entière une infinité de chemins $\overleftarrow{V}$ qui conduisent à la valeur $W = 0$ de $W = f(z)$, soit en A, soit en dehors de A avec A comme point limite.

Appelons W_0, $W.\infty$, une valeur particulière de la fonction $w = f(z)$, la fonction $W_1 = f(z) - w_0$ jouit de la propriété précédente et l'on a :

Théorème. — *Il existe pour la valeur* $W_0 = 0$ *de* $W = f(z)$, *même quand* W_0 *est une valeur exceptionnelle absolument générale, une infinité de parcours* $\overleftarrow{V}$, *qui conduisent à cette valeur de* W_0 *de* $w = f(z)$; *dans le cas où* W_0 *fini n'est pas nul,* $W_0 \neq 0$, *les chemins spéciaux qui conduisent à cette valeur sont des parcours* $\overleftarrow{V}$ *de* $W_1 = f(z) - W_0$.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la théorie des défauts.*
Note de M. **Henri Milloux**, présentée par M. Paul Montel.

1. Soit $f(x)$ une fonction méromorphe dans le plan x; et soient $a_1, \ldots, a_i, \ldots, a_p$ et $b_1, \ldots, b_j, \ldots, b_q$ deux suites de constantes complexes finies, distinctes entre elles à l'intérieur de la même suite. De plus, la deuxième suite est astreinte à ne pas contenir la valeur zéro.

Soit f' la dérivée première de la fonction f. Posons

$$\Phi = (f-a_1)\ldots(f-a_p).$$

L'utilisation de l'identité

$$\Phi = \frac{\Phi}{f'} f'$$

conduit à l'inégalité

$$(1) \qquad p\,\mathrm{T}(r, f) < \mathrm{T}(r, f') + \sum_1^p \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f-a_i}\right) - \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f'}\right) + \mathrm{S}(r),$$

où le terme complémentaire $\mathrm{S}(r)$ jouit des mêmes propriétés que le terme complémentaire de la deuxième inégalité de R. Nevanlinna.

Cette dernière inégalité, appliquée à f', donne

$$(2) \qquad q\,\mathrm{T}(r, f') < \overline{\mathrm{N}}(r, f) + \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f'}\right) + \sum_1^q \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f'-b_j}\right) - \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f''}\right) + \mathrm{S}_1(r),$$

où $\overline{\mathrm{N}}(r, f)$ désigne l'indice *réduit* des pôles de la fonction f.

Diverses combinaisons des inégalités (1) et (2) fournissent des propriétés nouvelles des fonctions méromorphes et de leurs dérivées.

2. On peut d'abord éliminer $\mathrm{T}(r, f')$. Le résultat obtenu permet de majorer $\mathrm{T}(r, f)$ en fonction de $\overline{\mathrm{N}}(r, f)$ et des indices de densité des zéros des $f-a_i$ et des $f'-b_j$. En particulier, pour $p=1=q$, on obtient la limitation

$$(3) \qquad \mathrm{T}(r, f) < \overline{\mathrm{N}}(r, f) + \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f-a}\right) + \mathrm{N}\left(r, \frac{1}{f'-b}\right) + \mathrm{S}_2(r).$$

Comme le montre l'exemple de e^z, l'inégalité (3), plus précise qu'une inégalité analogue récente [1], est la meilleure qu'on puisse obtenir dans ce genre.

---

[1] Voir H. Milloux, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 31.

Reprenant le cas général de p et q quelconques, on est amené à introduire le *défaut relatif de* b_j, qui est la quantité

$$1 - \overline{\lim} \frac{N\left(r, \frac{1}{f' - b_j}\right)}{T(r, f)}.$$

Le résultat de l'élimination de $T(r, f')$ entre (1) et (2) s'interprète alors simplement. Le cas de $q = 1$ fournit un résultat encore plus simple :

Désignons par d la somme des défauts de toutes les valeurs de la fonction f. Le défaut relatif de toute quantité b finie et différente de zéro est inférieur ou égal à $2 - d$.

Rappelons que d est au plus égal à 2. Dans le cas de l'égalité, tout défaut relatif est donc négatif ou nul.

3. Ce dernier résultat suggère l'idée de revenir à la notion habituelle de défaut, que nous appellerons, pour f', le *défaut absolu* (il est compris entre 0 et 1). D'autres combinaisons des inégalités (1) et (2) ne font intervenir que les défauts absolus de la dérivée f'. Citons, entre autres résultats, le suivant, éclairé par l'exemple de e^z :

Soit $f(x)$ une fonction méromorphe dans le plan, possédant des valeurs exceptionnelles au sens de Nevanlinna, comprenant l'infini. On suppose que le défaut de l'infini est égal à 1 *et que la somme des défauts est aussi égale à* 1.

Alors, sauf pour l'infini et peut-être aussi pour 0, *le défaut absolu d'une quantité quelconque b par rapport à la dérivée f' est toujours nul. Autrement dit : b ne peut pas être, pour f', une valeur exceptionnelle au sens de Nevanlinna.*

4. Les méthodes utilisées s'appliquent :

1° Dans le cas du remplacement de la dérivée f' par une combinaison linéaire et homogène, à coefficients constants ou méromorphes, de la fonction f et de ses l premières dérivées.

2° Dans l'étude des fonctions méromorphes dans un cercle.

COSMOGONIE. — *Sur l'âge du système solaire.*

Note (¹) de M. **Constantin Popovici**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. Notre but est de donner une majorante sur l'âge du système solaire, en nous servant des variations séculaires, dues à la répulsion de la lumière,

(¹) Séance du 27 décembre 1939.

des éléments des orbites planétaires, telles que nous les avons établies dans un travail il y a presque 17 ans ([2]). Rappelons d'abord, pour nous en servir, certains résultats de ce travail. Supposons le Soleil centre fixe de l'attraction gravifique et de la répulsion de la lumière sur une planète opaque, que l'action s'exerce par ondes ou tout autre mécanisme. Soient A l'attraction, R la répulsion qui se propagent respectivement avec les vitesses V et c. Nous aurons la force

$$(1)\qquad F = -\frac{k}{r^2}\left(1 + \varepsilon\frac{dr}{dt}\right), \qquad k = A - R, \qquad \varepsilon = \frac{1}{A - R}\left(\frac{R}{c} - \frac{A}{V}\right),$$

et si l'attraction est instantanée $\varepsilon = R/c(A - R)$.

En appliquant la formule de Binet on trouve la trajectoire

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{r} = \dfrac{1}{p} + \dfrac{\eta_0}{p} e^{-\alpha\theta} \sin\sqrt{1 - \alpha^2}(\theta - \theta_0), \\ p = \dfrac{C^2}{k}, \qquad \alpha = \varepsilon\dfrac{C}{2p} = \varepsilon\dfrac{k}{2C}, \qquad r^2\dfrac{d\theta}{dt} = C, \end{cases}$$

trajectoire retrouvée par M. Armellini ([3]).

Il en résulte de (1) et (2) que les éléments de l'orbite keplérienne auront à cause de la répulsion de la lumière les variations séculaires (après n demi-tours)

$$(3)\qquad \eta = \eta_0\, e^{-\alpha n \pi}, \qquad a_n = a_0 \frac{1 - \eta_0^2}{1 - \eta_0^2\, e^{-2n\pi\alpha}},$$

Soit ρ le diamètre du globe de la planète; A est proportionnel à ρ^3 et R à ρ^2, donc $R = \lambda A/\rho$. On sait que l'attraction gravifique est équilibrée par la pression de la lumière pour les corpuscules opaques de grosseur d'environ un micron; donc, si ρ est exprimé en microns $\lambda = 1$, alors

$$k = A\left(1 - \frac{1}{\rho}\right), \qquad \varepsilon = \frac{1}{c(\rho - 1)}.$$

2. Maintenant voilà le critère qui nous servira pour donner une majorante de l'âge du système solaire, c'est-à-dire un maximum du temps écoulé depuis que la dernière planète Mercure a été constituée par le rétrécissement de la nébuleuse solaire. Nos vieilles formules (3) montrent

([2]) *Bulletin Astronomique, Mémoires et Variétés,* Paris, 3, 1923, p. 257-261. Voir aussi *Comptes rendus,* 208, 1939, p. 2052.

([3]) *Rendiconti Ac. Lincei,* 26, 1937, p. 609.

que l'excentricité diminue à cause du mécanisme de propagation de la lumière. Or l'excentricité de Mercure est 0,21, tandis que celle de Vénus est 0,007. Le rapport de leurs excentricités est 30, tandis que celui de leurs révolutions sidérales est 0,35; donc si l'âge du système solaire eût été sans limite, Mercure a dû toucher et même dépasser l'orbite de Vénus (et même de toute autre planète), ce qui n'est pas admissible; ce serait improbable, même avec les perturbations qu'il aurait pu subir. Nous aurons donc une majorante de l'âge du système solaire en calculant le temps depuis que Mercure aurait pu atteindre l'orbite de Vénus. Nous aurons pour Mercure, après n tours, l'excentricité

$$(4)\qquad \eta = \eta_0 e^{2n\alpha\pi}, \qquad \alpha = \frac{\varepsilon c}{2p} = \frac{\varepsilon 2\pi a}{4T\sqrt{1-\eta_0^2}} = \frac{\varphi}{4c(\rho-1)\sqrt{1-\eta_0^2}},$$

car ρ est très grand (le diamètre de Mercure en microns) et $\sqrt{1-\eta_0^2} = 0,99$. On a ensuite

$$\frac{\varphi}{c} = \frac{1}{6000} \qquad \text{et} \qquad \rho = 0,37\frac{4.10^{13}}{2\pi}, \qquad \text{donc} \quad \alpha = \frac{\pi}{240,36.10^{13}}.$$

Pour un siècle, on a 416 tours, donc

$$2\pi\, 416\alpha = \frac{104}{111}\,\frac{1}{4.10^{13}}.$$

On en déduit, vu (3) et (4), que : il y a 3.10^{13} siècles, l'excentricité de Mercure était $0,21 e^{0,76} = 0,45$, sa distance périhélie était 0,7, et alors Mercure eût heurté Vénus ([3]). Sa distance aphélie 0,24. Si Mercure s'était détaché du Soleil alors, le diamètre du Soleil aurait été environ 50 fois plus grand qu'aujourd'hui.

3. Cette majorante 3.10^{13} siècles doit être de beaucoup réduite, car la radiation du Soleil depuis des milliards d'années a été incomparablement plus forte qu'aujourd'hui. Il faut tenir compte de la théorie évolutive de Russel et Lockyer. Choisissons pour unités de température T, de diamètre du Soleil d, de pression de radiation du Soleil p, de temps T, respectivement : 6000 degrés, le diamètre et la pression de radiation actuels du Soleil, le milliard de siècles et admettant, ce qui est très probable, que le Soleil a passé en moyenne par les états suivants, nous aurons en tenant compte de la lo ide Stefan $p = p_0 \tau^4 d^2$, le tableau ci-après :

([3]) Ou Mercure était un satellite de Vénus que le Soleil eût capté.

T........	1.	1,5.	2.	2.	2.	2.	2.	1,5.	1,2.	1.
d..............	1	2,5	4	7,5	10	12,5	15	17,5	20	25
p.............	1	32	400	900	1600	2512	3600	1560	840	625
T............	3.10^4	980	70	34	18	12	8	20	35	48,

T désignant l'intervalle qu'il faut respectivement pour chaque état du Soleil pour réduire la distance aphélie de Mercure de 0,7 à la valeur actuelle 0,48. On voit que la plus grande partie de cette besogne a été accomplie pendant les huit plus anciens états du Soleil. La moyenne de T pour ces huit états est 22 milliards de siècles, ce qui nécessiterait un milliard et demi de siècles d'action pour chaque état. *Cette majorante de T tombe bien entre deux autres déterminations de l'âge du Soleil.* Ainsi d'après les théories de M. Jean Perrin et l'Évolution inorganique de Lockyer, la condensation d'atomes d'hydrogène en atomes chimiques suffit pour entretenir le rayonnement solaire au taux actuel pendant 113 milliards d'années; d'autre part en tenant compte de la dématérialisation du Soleil en énergie rayonnante, le Soleil éclairera encore 150 milliards de siècles ([4]); mais alors que serait-ce si nous considérions que sa masse a été plus grande!

PHYSIQUE. — *Méthode très générale pour étudier le début des perturbations régies par les équations aux dérivées partielles de la physique mathématique. Application à la chaleur et à l'hydrodynamique.* Note ([1]) de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons montré ([2]) l'intérêt considérable que présentait, surtout pour l'étude au voisinage de $x=0$, l'expression des solutions des équations aux dérivées partielles en z et x au moyen du groupement $u=z:x^p (p>0)$. Un procédé très simple, que nous avons exposé, permet de reconnaître immédiatement la possibilité de telles solutions, et nous avons indiqué que, dans les autres cas, on pouvait former un développement $\Sigma x^{rq} f_q(u)$ pour remplacer la simple fonction f. Nous voudrions ici, en précisant ce dernier point, montrer comment on cherche

([4]) Bosler, *Astrophysique*, p. 241-243.

([1]) Séance du 27 décembre 1939.

([2]) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1712.

le développement, et avec quelle remarquable généralité il conduit à la solution de problèmes de physique mathématique.

Soit V la fonction cherchée. En faisant abstraction, comme nous l'avons dit, du symbole ∂, on écrit l'équation sous la forme symbolique

$$(1) \qquad F(V) + \Sigma\Phi(V) z^m x^{-n} = 0.$$

Si l'on pose $z^a x^{-b} = u^a$, le terme général s'écrira $\psi(V, u) x^{\frac{mb}{a} - n}$, m, n, a, b étant entiers.

D'autre part, comme pour tenir compte du caractère non homogène en z et x du premier membre de (1), il faut se donner V sous la forme d'un développement $\Sigma x^{rq} f_q(u)$, qui permet aussi de s'accommoder de certaines formes de conditions aux limites, le terme général, après substitution, contiendra x avec l'exposant $(\lambda r + mb : a - n)$, λ étant un entier positif; et F(V) donnera des termes en $x^{\mu r}$, μ étant aussi un entier positif.

Or, pour que le développement puisse représenter V pour les petites valeurs de x, il faut que r soit positif. Les exposants μr sont donc positifs; comme, pour satisfaire à l'équation (1), on doit compenser les termes venant de F(V) par des termes venant de $\Sigma\Phi(V) z^m x^{-n}$, il en résulte que la suite des exposants μr et celle des exposants $(\lambda r + mb : a - n)$ doivent se confondre; en particulier, toutes les valeurs $(mb : a - n)$ doivent être positives ou nulles, c'est dire que l'on doit prendre pour $a : b$ la plus petite des valeurs de $m : n$; et r est égal à $a : b$. Le développement cherché pour la solution est donc formellement possible; on sait le former, et l'on peut présumer sa convergence pour les valeurs de x suffisamment petites.

Les solutions considérées conviennent particulièrement (z est une coordonnée d'espace, x est le temps) à l'étude des *premiers* instants d'une perturbation (thermique ou cinématique par exemple) dans un milieu *indéfini*. Il se trouve qu'on peut aborder de la même façon le problème du *mur*, si les données aux limites sont les mêmes sur les deux faces ([3]). Il suffit d'écrire $X = z - z^2$ (X est nul pour $z = 0$ et $z = 1$), si les faces du mur sont les plans $z = 0$ et $z = 1$, et de poser $u = X : x^p$. Le calcul est très simple parce que le carré de la dérivée de X par rapport à z s'exprime linéairement au moyen de X.

([3]) Cette condition n'est pas impérative. Par exemple, si l'on voulait étudier l'établissement d'une perturbation dans le mur, qui serait nulle initialement à l'intérieur, et serait maintenue égale à 0 pour $z = 0$, et à A pour $z = 1$, on calculerait comme il est dit une solution correspondant aux valeurs initiales $-Az$ à l'intérieur, et à la valeur 0 maintenue sur les deux faces, et l'on ajouterait Az à cette solution.

Soit par exemple à étudier la convection de la chaleur à partir d'un mur indéfini dont les deux faces sont léchées par le même courant fluide dont la vitesse, en fonction de z, sera forcément exprimée par une série procédant suivant les puissances de X, et commençant par X. L'équation aux dérivées partielles sera de la forme

$$\frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = (AX + BX^2 + CX^3 + \ldots)\frac{\partial V}{\partial x}.$$

Avec la nouvelle variable X, elle devient

$$\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} - 4X\frac{\partial^2 V}{\partial X^2} - 2\frac{\partial V}{\partial X} = (AX + BX^2 + CX^3 + \ldots)\frac{\partial V}{\partial x},$$

ce qu'on écrit symboliquement

$$V - VX + \sum_{3}^{\infty} VX^m x^{-\cdot} = 0.$$

La plus petite valeur de $m:n$ est 3. Il faut donc prendre $p = 1/3$, et $z = 1/3$.

On peut aborder aussi certains problèmes avec *frontière mobile*, l'abscisse ζ étant fonction, connue ou à déterminer, du temps x (propagation de la fusion). On posera $u = (z - \zeta) : x^p$. Si ζ est égal à Ax^p, la variabilité de ζ n'introduit pas de série. Dans le cas contraire, on se donnera ζ sous la forme d'un développement procédant suivant les puissances de x^p, et l'on sera ramené à des considérations analogues aux précédentes.

On abordera de même les problèmes qui comportent une frontière fixe et une frontière mobile, en prenant $X = z(z - \zeta)$. Mais les calculs sont beaucoup plus pénibles, parce que z ne s'exprime plus rationnellement en fonction de X et ζ.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — *Sur quelques relations quantitatives régissant le fonctionnement du démultiplicateur de fréquence ferromagnétique.* Note [1] de MM. **Roger Dehors** et **Edmond Rouelle**, présentée par M. Aimé Cotton.

Une bobine à noyau de fer peut être assimilée à un disjoncteur-conjoncteur de self-inductance L (définie aux inductions élevées), lequel

(1) Séance du 12 décembre 1939.

s'ouvre, ou se ferme, selon que le flux y est inférieur ou supérieur au flux φ_c atteint au coude de la courbe d'aimantation.

L'un de nous a utilisé cette hypothèse pour analyser le processus d'entretien d'une oscillation non sinusoïdale de fréquence f/n, dans un circuit oscillant, par une force électromotrice sinusoïdale de fréquence f(2).

Nos expériences montrent qu'une bobine à noyau de Permalloy réalise presque exactement le schéma imaginé, et d'autant mieux que l'amortissement est plus faible et la force électromotrice E plus voisine de sa valeur critique inférieure E_1 (limite d'entretien).

Nous indiquons ci-après l'approximation avec laquelle peuvent être prédéterminés les éléments d'un tel fonctionnement lorsqu'on se donne la capacité C du condensateur en série avec la bobine et la résistance effective R du circuit supposée constante.

A. *Relations théoriques.* — 1. L'oscillation entretenue est assimilable, en première approximation, au régime libre supposé non amorti du circuit utilisé. L'onde de tension aux bornes du condensateur est sensiblement rectangulaire; son amplitude, égale à la valeur efficace, calculée dans l'article précité, est

$$U_c = \frac{4f\varphi_c}{n}10^{-8}. \tag{1}$$

2. Chaque demi-période, de durée $nT/2$, comporte une seule impulsion de courant, assimilée à une demi-sinusoïde, de durée $\theta = \pi\sqrt{CL}$.

L'amplitude I_m et la valeur efficace I du courant ont pour expressions

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{2\theta}{nT}} = U_c\sqrt{\frac{\pi C f}{n}\sqrt{\frac{C}{L}}}. \tag{2}$$

3. Désignons par t_m l'avance du maximum de i sur celui de e; la source fournit, durant une impulsion, une énergie W.

Pour $\theta/T \leqq 1/4$, on peut écrire, à moins de 1 % près,

$$W = \frac{4EI_m\theta}{\sqrt{2}\pi}\cos\omega t_m. \tag{3}$$

4. En exprimant que W compense exactement l'effet Joule, on trouve que la plus faible valeur de E compatible avec l'entretien (obtenue pour t_m nul) est :

$$E_1 = \frac{\pi R f \varphi_c}{n\sqrt{2}}\sqrt{\frac{C}{L}}. \tag{4}$$

---

(2) E. ROUELLE, *Bulletin de la S. F. É.*, 5e série, 8, mars 1938, p. 231-240.

5. En seconde approximation, nous assimilons le problème de l'impulsion à celui de l'enclenchement, sur une source de force électromotrice $E\sqrt{2}\cos\omega t_m$, du circuit oscillant dont le condensateur est soumis à la tension initiale — U_c.

Le calcul classique donne, pour le fonctionnement à la limite d'entretien,

$$(5)\qquad i = -\frac{\alpha C\,(U_c + E_1\sqrt{2})}{\sin\psi\cos\psi}\, e^{-\alpha t}\sin\beta t,$$

avec

$$\alpha = \frac{R}{2L},\qquad \beta = \sqrt{\frac{1}{CL} - \frac{R^2}{4L^2}},\qquad \psi = \text{Arc tang}\left(-\frac{\beta}{\alpha}\right);$$

$$(6)\qquad I_m = (U_c + E_1\sqrt{2})\, e^{\frac{\alpha\psi}{\beta}} \sqrt{\frac{C}{L}}.$$

$$(7)\qquad I = (U_c + E_1\sqrt{2})\sqrt{\frac{Cf}{Rn}\left(1 - e^{\frac{-2\alpha\pi}{\beta}}\right)}.$$

On en déduit, comme plus haut,

$$(8)\qquad E_1 = \frac{U^c}{\sqrt{2}}\,\frac{1 - e^{\frac{-\alpha\pi}{\beta}}}{1 + e^{\frac{-\alpha\pi}{\beta}}} = \frac{U_c}{\sqrt{2}}\,\text{th}\left(\frac{2\beta}{\alpha\pi}\right).$$

B. *Mesure des constantes du circuit.* — 1. Le flux φ_c est déterminé par extrapolation de la branche saturée d'une courbe d'aimantation, relevée au fluxmètre, ou d'une caractéristique « tension-courant » de la bobine, sous tension sinusoïdale.

2. La self-inductance L est tirée de la variation de flux $\Delta\varphi = L\Delta I_m$ qu'engendre une variation ΔI_m de courant magnétisant, à partir d'une intensité I_m voisine de celle qui doit être atteinte dans la démultiplication de fréquence. (Approximations successives.)

3. La résistance R se déduit de la puissance consommée dans la bobine, sous tension sinusoïdale de fréquence et amplitude convenables.

C. *Contrôle expérimental.* — L'un de nous a déjà contrôlé la proportionnalité de U_c et E_l à $1/n$, jusqu'à $n = 15$ ([3]). Les résultats fournis par les formules ci-dessus ont été comparés aux valeurs expérimentales, pour 13 combinaisons différentes des paramètres qui y figurent, choisies entre les limites suivantes : f, 50 à 150 p : s; C, 100 à 450 μF; L, 1 à 5 mH; R, 1 à 5 ohms; φ_c, 9 à 27 méga-maxwells. Le facteur n de démultiplication était égal à 3 pour 11 expériences, 5 et 7 pour les deux autres.

([3]) Rouelle, *Revue Gén. Electricité*, 11, 1936, p. 811 à 819.

Si L_0 désigne l'inductance de la bobine au maximum de perméabilité (supposée infinie dans le schéma adopté) les écarts entre les valeurs calculées et mesurées sont d'autant plus réduits (toutes choses égales d'ailleurs) que θ/T, L/L_0 et n ont des valeurs moindres.

La moyenne des écarts a été respectivement de

%.....................	2	7	13	6	8
pour les formules........	(1)	(2)	(4)	(7)	(8)

Nous avons vérifié en outre que l'avance t_m décroît bien avec E.

MAGNÉTISME. — *Sur un montage différentiel, à moyenne fréquence et à amplificateur, permettant la mise en évidence et la mesure de la perméabilité magnétique sur de très petits échantillons de substance.* Note de M. **Antoine Colombani**, présentée par M. Paul Langevin.

Dans un champ magnétique sinusoïdal, uniforme dans un grand volume (bobines de Helmholtz A), on place, co-axialement, deux bobines B_1, B_2 très inégales en dimensions. Mais leurs nombres de spires N_1, N_2 sont choisis tels que les flux captés soient identiques. Les forces électromotrices induites agissent en opposition sur un amplificateur contrôlant leur exacte compensation. Comme il est impossible de la réaliser par construction, un variomètre d'appoint est mis en série sur ce système. Sa bobine inductrice A′ est parcourue par le même courant que A, et sa bobine induite B′ est en série sur B_1 et B_2.

Lorsqu'on introduit une substance magnétique suivant l'axe commun de B_1 et de B_2, dans leur intérieur, l'équilibre est rompu. On peut le rétablir en agissant sur le variomètre : la différence de ses deux positions, jointe à la mesure du courant inducteur et de la section transversale de l'échantillon, permet le calcul de μ (naturellement, une opération de tarage préliminaire est nécessaire pour chiffrer l'influence du support de l'échantillon).

Il peut se faire qu'un déphasage appréciable rende flou le minimum de f. e. m. On peut le compenser en ajoutant à cette f. e. m. une f. e. m. en phase avec le courant de A, prélevée aux bornes d'un potentiomètre sans self-induction ni capacité, que l'on place en série sur A. On peut ainsi mesurer à la fois la perméabilité μ et la conductibilité $1/\rho$ de l'échantillon.

Le métal sur lequel nous expérimentons est un dépôt de nickel obtenu par pulvérisation cathodique dans l'hydrogène pur. Les conditions

techniques de réalisation du dépôt sont celles que nous avons employées pour la production et l'étude des propriétés électriques des couches stables ([1]). Le support est un cylindre de verre qui peut coulisser, dans le vide, sur un guide formé par une longue tige de verre.

Les couches que nous étudions sont naturellement très minces, bien plus minces que l'épaisseur de l'effet Kelvin jusqu'aux fréquences de 200 000 Hz. Les courants de Foucault sont absolument négligeables, ainsi que le montre le calcul, jusqu'à 15 000 Hz dans le cas d'un cylindre, et bien au delà lorsque celui-ci est fendu longitudinalement.

Nous opérons actuellement sur 1 000 périodes. La f. e. m. produite dans $B_1 + B_2$ par glissement de l'échantillon est de l'ordre du microvolt. Son observation nécessite donc une amplification élevée.

A cet effet nous avons réalisé un amplificateur sélectif de 50 Hz à 150 000 Hz, à cinq étages, dont trois sélectifs. La variation de largeur des bandes passantes est obtenue en agissant sur des résistances bobinées sans self. La courbe de réponse de l'amplificateur est parfaitement rectiligne en fonction de la fréquence quand il travaille en apériodique. Le gain peut atteindre 3.10^7 en apériodique. Naturellement, un coefficient d'amplification de cet ordre suppose de minutieuses précautions, des blindages, des bobinages toriques, séparation des chauffages etc.

Les tensions de sortie se mesurent à l'aide d'un couple thermoélectrique, associé à un millivoltmètre.

Les bobines A ont un coefficient de surtension élevé (près de 200). Mises en résonance sur la fréquence du courant d'alimentation (1000 Hz), elles sont excitées par un oscillateur à sortie calibrée ne possédant aucune dérive de fréquence. Cet appareil est suivi d'un amplificateur de puissance de 25 watts à courbe de réponse rectiligne jusqu'à 5000 Hz. L'alimentation du premier appareil est faite par des accumulateurs; celle du second est réalisée, sur le secteur, par l'intermédiaire d'un régulateur de tension. Dans ces conditions, le champ A peut varier de 0 à 80 gauss.

Ce dispositif permet, sous sa forme actuelle, la mesure de μ à environ 2 % près, dans les plus mauvaises conditions. L'erreur la plus forte commise dans cette mesure porte sur l'estimation de l'épaisseur de la couche.

([1]) A. Colombani, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 795.

FLUORESCENCE. — *Sur la fluorescence du formiate de sodium en solution sodique.* Note de MM. **Albert Grumbach** et **René Millet**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le phénomène étudié ici rentre dans le cas général suivant : deux corps A et B ne sont fluorescents ni l'un ni l'autre, mais une trace de l'un d'entre eux rend l'autre fluorescent.

Il a été démontré antérieurement (¹) que la fluorescence de certains échantillons de soude et de potasse solides était due à des traces de formiate ou d'oxalate; nous nous sommes proposé d'étendre ces recherches aux solutions.

A l'heure actuelle, l'industrie fournit de la soude (R. P.) et du formiate de sodium de même origine, dépourvus de toute fluorescence; nous avons constaté sur de tels échantillons l'effet réciproque indiqué au début de cette Note. La soude non fluorescente est d'ailleurs exempte de composés organiques.

La lumière excitatrice était celle d'un arc à mercure, filtrée par un verre de Wood. Comme le verre de nos tubes d'expérience était légèrement fluorescent, nous leur avons donné la forme et employé le montage imaginés par M. Cabannes. Pour éviter la carbonatation, il a été nécessaire de les remplir sous la cloche à vide. Les solutions mères sont obtenues en dissolvant 60^{g} de soude dans 100^{cm^3} d'eau distillée et 72^{g} de formiate de sodium dans 100^{cm^3} d'eau distillée. Une trace de la seconde solution communique à la première une fluorescence bleue. L'étude quantitative a été faite en ajoutant avec une burette graduée en dixièmes de centimètre cube des volumes connus de la solution de formiate à la solution sodique. On a rempli ainsi 20 tubes d'expérience, qu'il faut toujours examiner aussitôt remplis. Cette précaution est indispensable, car un mélange ancien acquiert une fluorescence virant au jaune, que l'un de nous a déjà attribuée à la carbonatation dans le cas de la soude solide, en accord avec les travaux de Matignon et Mlle Marchal.

Les observations ont mis en évidence l'existence d'un maximum de fluorescence; nous avons alors cherché à tracer la courbe d'intensité relative en fonction de la concentration en formiate. Pour cela, nous avons utilisé

(¹) A. Grumbach et Mlle M. Ribaillier, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 70.

la partie photométrique d'un spectrophotomètre différentiel d'Arsonval. Un dispositif optique supplémentaire permet d'éclairer identiquement deux solutions. L'étude préliminaire ayant situé le maximum de fluorescence à une concentration de $0^g,36$ de formiate dans une solution mère de soude, nous avons comparé les autres mélanges à cette solution.

La moyenne des résultats est résumée dans le tableau suivant :

Quantité de formiate (en g.)	0,072	0,144	0,216	0,288	0,432
Indication de l'échelle du photomètre...	16,6	14,6	11	8,7	8,7
Quantité de formiate (en g.)	0,504	0,576	0,648	0,720	
Indication de l'échelle du photomètre...	10	13	15,8	16,8	

Ces résultats fournissent une courbe ayant la forme prévue par la théorie de MM. Jean et Francis Perrin.

Nous avons, en 8 heures de pose, obtenu un spectrogramme de la fluorescence d'intensité maxima. Par comparaison avec un arc au fer, on localise une bande dont le centre de gravité est situé vers 4600 Å (lumière excitatrice, 3550 Å).

CHIMIE MINÉRALE. — *Application des mesures de tension superficielle à la détermination des combinaisons moléculaires du nitrate de zinc et de certains nitrates alcalins.* Note de M. **Robert Chauvenet**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant mes recherches [1] sur la mise en évidence des combinaisons moléculaires que peuvent former en solution concentrée le nitrate de zinc et certains nitrates alcalins, j'ai mesuré les tensions superficielles des différents mélanges des solutions de ces sels.

Les solutions employées sont 2N, exception faite pour le nitrate de Cs (0,607 N). Les mesures ont été faites par la méthode stalagmométrique à l'aide de l'appareil de Traube; par application de la formule $mg = 2\pi r T$ (où mg représente le poids de la goutte, r le rayon de l'orifice du stalagmomètre, T la tension superficielle de la solution), j'ai déterminé les tensions superficielles de chaque mélange, puis calculé l'écart entre les tensions expérimentales et les tensions théoriques.

Les résultats de mes mesures sont consignés dans les tableaux ci-contre.

---

(1) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1216.

Système $(NO^3)^2Zn—NO^3Li$.

Tension superficielle de la solution 2N de { $(NO^3)^2Zn$ à 20° en dynes/cm : 82,36. / NO^3Li » » 71,65.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Li.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
30cm³	10cm³	77,89	79,69	— 1,80
25	15	83,67	78,35	+ 5,32
22,5	17,5	85,90	77,68	8,22
21	19	82,99	77,28	5,71
20	20	80,66	77,01	3,65
17,5	22,5	83,33	76,34	6,99
15	25	85,80	75,67	10,13
12,5	27,5	81,80	74,62	7,18
10	30	60,68	74,33	—13,65

Système $(NO^3)^2Zn—NO^3Na$.

Tension superficielle de la solution 2N de NO^3Na à 20° en dynes/cm : 61.79.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Na.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
250cm³	50cm³	78,45	78,94	— 0,49
225	75	75,12	77,22	— 2,10
200	100	71,99	75,51	— 3,52
175	125	73,72	73,79	— 0,07
150	150	74,64	72,08	+ 2,56
125	175	68,62	70,36	— 1,74
100	200	62,14	68,65	— 6,51
80	220	75,56	67,34	+ 8,22
75	225	78,62	66,93	+11,69
60	240	74,81	65,90	+ 8,91
50	250	72,78	65,22	+ 7,56

Système $(NO^3)^2Zn—NO^3Cs$.

Tension superficielle de la solution 0,607N de { $(NO^3)^2Zn$ à 20° en dynes/cm : 80,98. / NO^3Cs » » 81,06.

Mélanges en volumes.		T		
$(NO^3)^2Zn$.	NO^3Cs.	trouvée.	calculée.	$T_{tr.} — T_{calc.}$
30cm³	10cm³	81,82	81,00	0,82
28	12	82,43	81,00	1,43
25	15	83,12	81,01	2,11
22	17,5	82,04	81,01	1,03
20	20	81,18	81,02	0,16
18	22	82,05	81,02	1,03
17.5	22,5	82,77	81,02	1,75
15	25	82,57	81,03	1,54
12,5	27,5	81,98	81,03	0,95
10	30	81,74	81,04	0,70

Les graphiques construits avec les données précédentes (en ordonnées sont portés les écarts $T_{tr.} - T_{calc.}$ et en abscisse la composition des mélanges) indiquent les points anguleux suivants : pour le système $(NO^3)^2ZnNO^3Li$, trois points anguleux correspondant aux compositions suivantes : $9(NO^3)^2Zn$-$7NO^3Li$, $(NO^3)^2Zn$-NO^3Li, $3(NO^3)^2Zn$-$5NO^3Li$; pour le système $(NO^3)^2Zn$-NO^3Na, quatre correspondant aux mélanges $2(NO^3)^2Zn$-NO^3Na, $(NO^3)^2Zn$-NO^3Na, $(NO^3)^2Zn$-$2NO^3Na$, $(NO^3)^2Zn$-$3NO^3Na$, et, pour le système $(NO^3)^2Zn$-NO^3Cs, trois correspondant aux mélanges $5(NO^3)^2Zn$-$3NO^3Cs$, $(NO^3)^2Zn$-NO^3Cs, $7(NO^3)^2Zn$-$9NO^3Cs$.

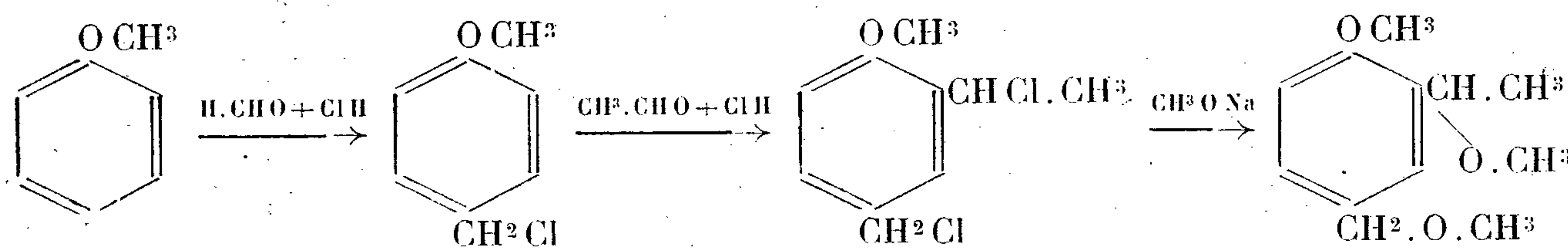
Ces résultats sont, dans l'ensemble, en accord avec ceux qui ont été fournis par les courbes des chaleurs de mélanges, des écarts entre les densités trouvées et calculées, et des écarts entre les indices de réfraction trouvés et calculés. Dans aucun cas, aucune divergence n'a été constatée avec les techniques employées précédemment, cependant la stalagmométrie n'a pas toujours révélé (faute de sensibilité sans doute) les combinaisons moléculaires annoncées par les autres méthodes.

La même méthode a été appliquée à la recherche des combinaisons entre le nitrate de glucinium et les nitrates alcalins.

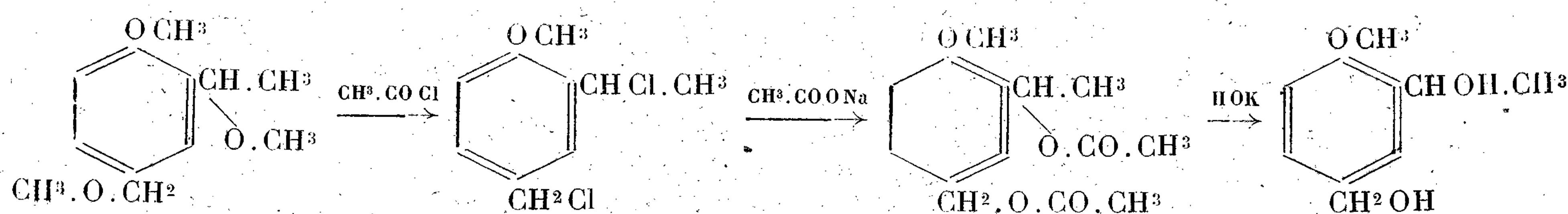
De toutes les combinaisons annoncées par ces différentes techniques, il ne m'a été possible d'isoler à l'état de pureté que la combinaison $(NO^3)^2Zn, NO^3Na, 5{,}5\,H^2O$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'α-hydroxyéthyl-2 méthylol-4 anisol et de quelques-uns de ses dérivés.* Note de M. **Maurice Anglade**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'α-hydroxyéthyl-2 méthylol-4 anisol peut s'obtenir à partir de ses éthers-oxydes, en particulier l'éther diméthylique. Ce dernier corps est préparé à partir de l'anisol grâce aux transformations



Puis on passe au glycol correspondant en utilisant les réactions successives



La réaction fondamentale de ces transformations est la chloroéthylation du chlorure d'anisyle. Cette réaction s'effectuant avec un rendement faible, il est impossible de saponifier directement le mélange des chlorures après cette réaction, la séparation des alcools obtenus étant très difficile. D'où la nécessité de passer au diéther-oxyde facilement isolable, pour revenir ensuite au chlorure.

Le chlorure d'anisyle est préparé, à partir de l'anisol, suivant la technique de MM. R. Quelet et J. Allard ([1]). Pour obtenir l'α-chloroéthyl-2 chlorométhyl-4 anisol, on sature par le gaz chlorhydrique, au voisinage de 15°, un mélange agité de chlorure d'anisyle 156^g, de paraldéhyde acétique 50^g, d'acide chlorhydrique concentré 100^g et d'acide phosphorique 50^g. Après lavage du mélange, on le verse dans une solution méthylique de méthylate de sodium. La distillation des produits de cette réaction donne 110^g de paraméthoxyméthyl anisol Éb$_{15}$ 107°-108°, provenant du chlorure d'anisyle non transformé et 38^g d'α-méthoxyéthyl-2 méthoxyméthyl-4 anisol. Le rendement est de 18 %. Les constantes de ce diéther-oxyde sont

$$\text{Éb}_{15}\ 144°\text{-}145°;\quad n_D^{20}\ 1{,}5055;\quad d_4^{20}\ 1{,}048;\quad d_0\ 1{,}066.$$

De la même manière, en traitant le mélange résultant de la chloroéthylation de 156^g de chlorure d'anisyle par l'éthylate de sodium, on obtient, après distillation 120^g de paraéthoxyméthyl anisol Éb$_{18}$ 119°-120° et 35^g d'α-éthoxyéthyl-2 éthoxyméthyl-4 anisol. Le rendement est de 15 %. Les constantes de ce diéther-oxyde sont

$$\text{Éb}_{18}\ 157°\text{-}158°;\quad n_D^{21}\ 1{,}4980;\quad d_4^{21}\ 1{,}011;\quad d_0\ 1{,}029.$$

L'éther-oxyde diméthylique, traité par le chlorure d'acétyle, suivant la technique de M. R. Quelet ([2]), c'est-à dire dans l'éther de pétrole sec et en

([1]) *Bull. Soc. Chim.*, 3, 1936, p, 1794.
([2]) *Bull. Soc. Chim.*, 53, 1923, p. 250.

présence d'un fragment de chlorure de zinc fondu, redonne l'α-chloroéthyl-2 chlorométhyl-4 anisol, qui, après lavage, est versé dans une solution acétique d'acétate de sodium fondu. Le diester obtenu est précipité par l'eau, puis saponifié par une solution hydroalcoolique de potasse à 40 %, à la température du bain-marie. On chasse ensuite l'alcool, on décante, puis on concentre la solution aqueuse; le glycol surnage et cristallise par refroidissement. (Le rendement est de 26 %.) On le purifie par cristallisation dans l'alcool. C'est un solide se présentant sous forme de petites aiguilles, F. 126°. Traité par l'isocyanate de phényle, en milieu benzénique et en présence d'une trace de sodium, il donne la phényluréthane double, aiguilles (alcool), F. (instantanée) 142-143°.

Le chlorure d'anisyle, dont on est parti, n'est pas pur, il renferme 10 % de chlorure d'orthométhoxybenzyle. On démontre que ce dernier corps n'intervient pas dans la chloroéthylation, en partant de chlorure d'anisyle pur, provenant de l'alcool anisique. Les résultats sont exactement les mêmes.

Enfin l'oxydation permanganique, à chaud, fournit l'acide (paramétoxy) isophtalique, F. 275° ([3]).

SÉISMOLOGIE. — *Sur l'inscription du tremblement de terre d'Anatolie à l'Observatoire du Parc Saint-Maur.* Note de MM. **Charles-Émile Brazier** et **Louis Perdereau**, présentée par M. Charles Maurain.

Les premières oscillations du sol correspondant au violent séisme qui a désolé l'Anatolie la semaine dernière ont été inscrites au Parc Saint-Maur le 27 décembre 1939 à $0^h3^m13^s$. Les mouvements ont atteint à $0^h8^m19^s$ une amplitude telle que les leviers d'inscription du séismographe Wiechert ont été désarticulés et que la masse stationnaire a été trouvée, au moment du changement des feuilles, reposant sur ses butées.

Par suite de l'amplitude et de la rapidité des déplacements du sol, les inscriptions fournies par les divers appareils ont été plus ou moins fragmentaires. Seule la composante E du séismographe Mainka, dont la sensibilité est assez réduite, a donné un enregistrement à peu près complet des différentes phases du phénomène.

On ne peut fixer d'une manière certaine l'amplitude maxima des dépla-

([3]) Chattaway et Calvet, *J. Chem. Soc.*, **131**, 1928, p. 2916.

cements du sol. Elle semble avoir été atteinte au moment où les leviers du séismographe Wiechert ont été désarticulés. Aucun de nos séismographes n'a fourni à ce moment une inscription permettant de mesurer sa grandeur.

Les oscillations se sont poursuivies en s'amortissant progressivement jusqu'à $4^h 27^m$.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence du double phénomène de différenciation hâtive et de télescopage sur l'organisation des plantules de Phanérogames.* Note (¹) de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Pour représenter la section transversale moyenne de l'axe hypocotylé d'une plante actuelle, il convient d'opérer de la manière suivante : on prend comme section inférieure, la section de la radicule au voisinage du collet, ou, s'il y a lieu, un peu au-dessous du collet; on prend comme section supérieure la section transversale de la tige d'une plante carbonifère convenablement choisie. En projetant la 2ᵉ section sur la 1ʳᵉ et en procédant aux suppressions nécessaires, on obtient le résultat cherché. Bien entendu, si la radicule est diarche, il faut que la tigelle possède un système vasculaire composé de deux faisceaux primordiaux tubulaires; c'est le cas du *Clepsydropsis excelsa*. Si la radicule est triarche, il faut que la tigelle possède un système vasculaire composé de trois faisceaux tubulaires; c'est le cas du *Sphenophyllum insigne*.

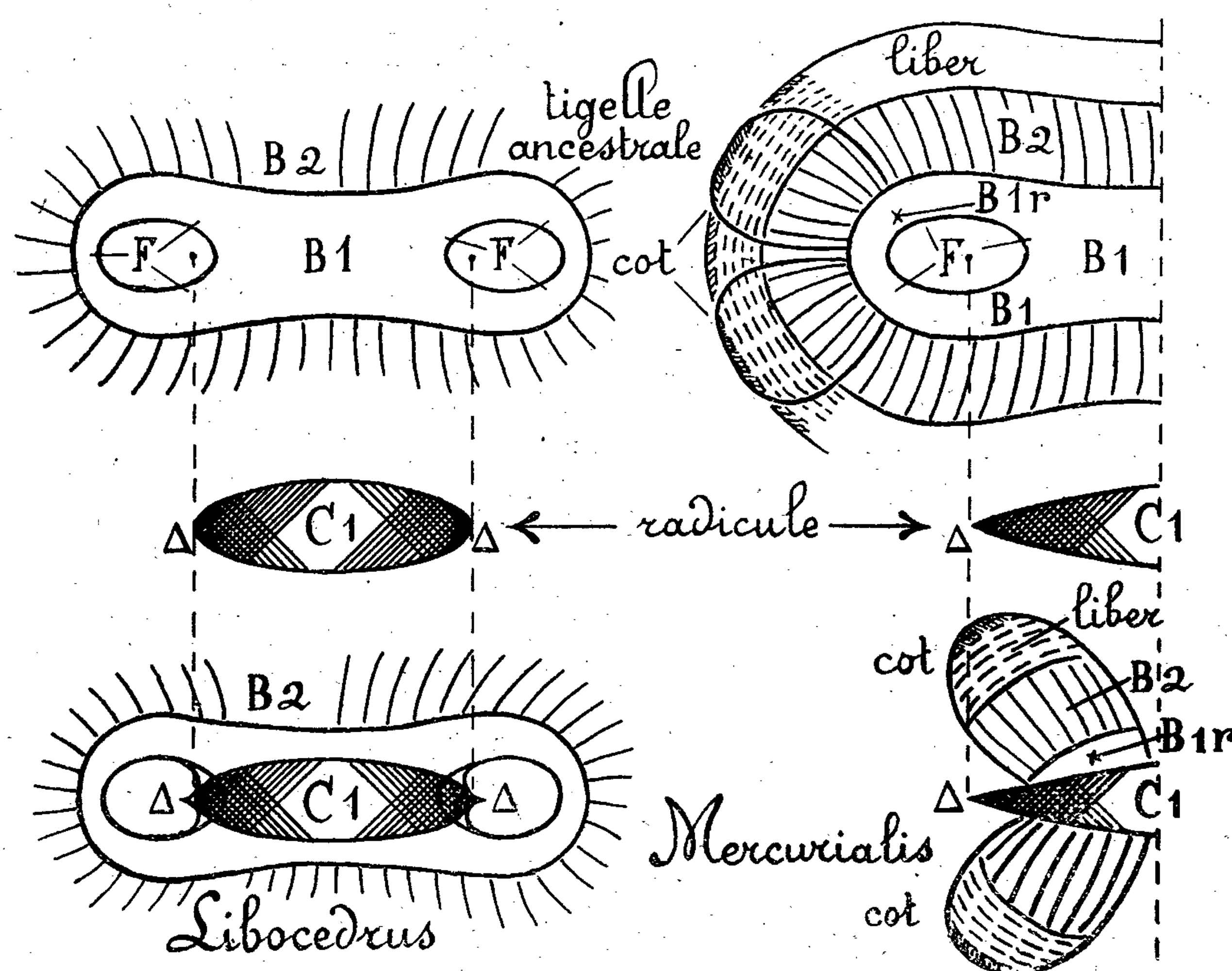
A titre d'exemples, nous donnons ci-contre le schéma de l'opération : 1° pour une Conifère (*Libocedrus decurrens*); 2° pour une Dicotylédone (*Phaseolus vulgaris* ou *Mercurialis annua*) Le second schéma avec une faible modification s'appliquerait également à *Allium cepa* (G. Chauveaud, 1911).

Conclusions. — 1° L'organisation des plantules des Phanérogames est le résultat d'un télescopage plus ou moins accentué entre la structure ancestrale de l'appareil végétatif aérien et celle de la radicule.

2° Le faisceau primordial tubulaire des rameaux aériens de *Cladoxylon tæniatum* (issu lui-même directement du faisceau primitif de *Rhynia major*) est conservé à peu près intégralement dans certaines plantules de Conifères : *Pinus*, *Libocedrus*, *Cryptomeria* (Ed. Boureau, 1938).

(¹) Séance du 27 décembre 1939.

3° Rappelons que les six sortes de bois : bois primaire centrifuge, tangentiel, centripète, bois secondaire centrifuge, tangentiel, centripète, coexistent dès l'origine dans les rameaux aériens des *Cladoxylon*. Le double faisceau cotylédonaire des Angiospermes est le dernier vestige du faisceau primordial tubulaire. En vertu du phénomène de différenciation hâtive prolongé au cours des siècles, tout se passe comme si le faisceau cotylédonaire entraîné par la vitesse acquise venait se fendre en deux contre l'arête du coin ligneux centripète de la racine. Chez les Dicoty-



Section transversale moyenne de l'axe hypocotylé.

F, faisceaux tubulaires; B_1, B_2, bois primaire et bois secondaire de la tigelle ancestrale; B_1r, résidu éventuel du bois primaire centrifuge *dito*; C_1, coins ligneux centripètes de la radicule; Δ, pôles trachéens *dito*; *cot*, double faisceau cotylédonaire.

lédones, le faisceau tubulaire est réduit à peu près exclusivement à la partie secondaire du bois centrifuge. Chez les Monocotylédones, c'est vraisemblablement la portion primaire du bois centrifuge ancestral qui est conservée dans le faisceau cotylédonaire et dans le faisceau foliaire.

4° En résumé, chez les Phanérogames l'évolution consiste simplement dans la suppression d'une grande partie des structures ancestrales. La plante complète son organisation en hypertrophiant et en différenciant les fractions conservées.

5° Les conceptions de O. Lignier sur l'origine et la constitution de l'appareil végétatif, celles de G. Chauveaud sur l'ontogénie des plantules et sur le télescopage des phyllorhizes ont donc permis, en moins de 30 ans, d'arriver à une solution générale des problèmes posés par l'organisation anatomique des végétaux vasculaires.

BOTANIQUE. — *La structure florale des Sterculiacées*. Note [1] de M. **Gérard Gazet du Chatelier**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

J'ai décrit [2] la structure florale de quelques Sterculiacées (Dombéyées, Sterculiées, Hélictérées) et conclu à l'absence, chez ces plantes, de l'obdiplostémonie typique, admise jusqu'à ce jour. Je mis ainsi en évidence une structure florale nouvelle, la pseudo-obdiplostémonie. Étendues à de nombreuses Sterculiacées, mes recherches m'ont permis de faire des observations nouvelles qui modifient profondément la systématique de cette famille, telle qu'elle était comprise.

Les Sterculiacées peuvent être réparties en deux sous-familles, très nettes, l'une comprenant les Ériolænées, Dombéyées, Hélictérées, Hermanniées; l'autre, les Buettnériées, Sterculiées et Lasiopétalées. Dans la première toutes les pièces florales, sauf les pétales, s'insèrent directement sur la couronne libéro-ligneuse centrale. Les pétales n'y sont rattachés qu'indirectement.

A la base de la fleur, la stèle centrale émet cinq faisceaux vasculaires episépales. Avant de pénétrer dans les sépales, ces faisceaux se divisent tangentiellement en trois branches qui constituent les nervures dorsales et marginales des sépales. Immédiatement au-dessus des faisceaux des sépales et exactement superposés à ceux-ci, naissent les faisceaux irriguant les paquets d'étamines fertiles. Un cordon, issu d'eux, vascularise les pétales.

Les faisceaux staminaux suivent d'abord les paquets vasculaires des sépales jusqu'à leur point de trifurcation, puis à partir de là, n'accompagnent plus qu'une seule des branches latérales, pour prendre une position légèrement alternisépale. Là, chaque faisceau staminal se redresse pour irriguer un paquet d'étamines fertiles, et quelques trachées, se détachant horizontalement, se dirigent entre deux sépales pour pénétrer dans un pétale. Celui-ci n'est donc qu'une dépendance des étamines, ce que prouve encore l'ensemble de nos résultats, ainsi qu'on le verra plus loin. Les insertions des étamines internes (ou des staminodes) se font plus haut que celles des étamines épisépales et en alternance avec les *faisceaux* vasculaires de celles-ci.

---

[1] Séance du 27 décembre 1939.

[2] *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1140

Il résulte de ces faits :

1° que les étamines externes (fertiles) des Ériolænées, Dombéyées, Hélictérées et Hermanniées sont épisépales. Il n'y a donc pas obdiplostémonie;

2° que la corolle, au sens morphologique, n'existe pas chez ces plantes, celle-ci est remplacée par des dépendances staminales pétaloïdes.

La position flottante des étamines fertiles (épipétale pour Eichler, épisépale pour Baillon) s'explique, comme on l'a vu, par le trajet plus ou moins long que les faisceaux vasculaires staminaux parcourent avec les branches des faisceaux marginaux des sépales.

Dans le deuxième groupe (Buettnériées, Sterculiées, Lasiopétalées) les insertions vasculaires des diverses pièces correspondent mieux à l'interprétation classique de la fleur.

Au niveau des sépales, la stèle émet horizontalement dix faisceaux libéro-ligneux dont cinq constituent les nervures médianes des sépales après avoir détaché des vaisseaux pour les staminodes ([3]). Les cinq autres, alternes, envoient verticalement quelques trachées dans les étamines fertiles, alors que le reste du faisceau se dédouble tangentiellement pour constituer les nervures marginales des sépales. Chez les Buettnériées et les Lasiopétalées, où il y a des pétales, quelques trachées quittent le faisceau principal avant cette bifurcation et, après un court trajet vertical, elles pénètrent dans un pétale. Enfin, signalons qu'au-dessus des dix faisceaux précités, le reste de la stèle fournit deux étages alternant de cinq paquets de faisceaux, l'inférieur pénètre dans la nervure dorsale des carpelles; le supérieur constitue, en se dédoublant, les nervures marginales des carpelles.

La structure florale de ce deuxième groupe de Sterculiacées permet de déduire ce qui suit :

1° Les étamines fertiles sont bien épipétales (sauf chez *Sterculia* et *Tarrietia*). La structure apparente exprime donc ici le vrai plan floral;

2° Les pétales n'ont pas la même signification que les pièces pétaloïdes des tribus précédentes. Ce sont de vrais pétales avec insertions vasculaires autonomes;

3° Les faisceaux marginaux des sépales peuvent être considérés comme un système surajouté au système vasculaire normal des sépales, soustrait à la vascularisation des pétales.

Cette dernière remarque permet de penser que les Sterculiées étaient primitivement pétalées; les paquets vasculaires des bords des sépales attestent seuls, aujourd'hui, cette ancienne organisation.

([3]) Chez *Sterculia et Tarrietia*, il y a à la place des staminodes des étamines fertiles.

En résumé, l'anatomie florale est un facteur très important pour l'interprétation des fleurs des Sterculiacées. Les deux groupes considérés plus haut sont très homogènes, chacun, avec une morphologie florale précise. On peut retenir que le premier groupe présente une pseudo-obdiplostémonie, et que les pétales y manquent. L'obdiplostémonie typique, admise précédemment, déjà rejetée par nous pour trois tribus, doit être abandonnée pour toutes les Sterculiacées. Le gynécée épipétale des Buettnériées et des Lasiopétalées n'est pas, pour des raisons nombreuses, un obstacle à cette manière de voir.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des macrospores et des microspores de Sélaginelle.* Note de M. **Antonio Sosa** et Mme **Cécile Sosa-Bourdouil**, présentée par M. Marcel Delépine.

Poursuivant des recherches sur la composition de la spore chez les végétaux avec le but d'en tirer des renseignements relatifs à la biologie et à l'évolution des plantes vasculaires ([1]), nous nous sommes arrêtés à l'étude des spores de Sélaginelle, dont la composition diffère, comme nous le verrons, suivant que l'on s'adresse aux macrospores ou aux microspores.

Morphologiquement, les deux sortes de spores se distinguent non seulement par leur taille, mais aussi par leur forme et leur couleur. La taille, qui constitue la principale différence, est déterminée par le mode de division des sporanges, dont certains donnent naissance à un très grand nombre de petites spores (microspores) et d'autres donnent seulement quatre grosses spores (macrospores). Ces différences sont liées, comme on le sait depuis longtemps, au devenir de ces organes, les macrospores étant à l'origine des prothalles femelles, les microspores des prothalles mâles.

Nos expériences ont porté sur *Selaginella spinulosa* A. Br. récoltée en août dernier dans les Alpes à 2000^{m} d'altitude, au Val d'Isère.

Nous nous arrêterons seulement ici à l'exposé des analyses centésimales rapportées au poids sec ([2]), nous proposant de donner ailleurs une interprétation biologique plus complète.

Cendres. — Les cendres sont plus abondantes chez les microspores

---

([1]) C. Sosa-Bourdouil, *Comptes rendus*, **205**, 1938, p. 1407; *Bull. Muséum*, 2e série, **11**, 1939, p. 349.

([2]) La teneur en eau des macrospores était de 5,1 %; celle des microspores, de 6,1 %.

(4,04 %) que chez les macrospores (1,26 %), la fraction insoluble dans l'eau étant plus élevée dans le premier cas que dans le deuxième.

Nous devons surtout retenir la richesse plus grande des spores mâles en éléments minéraux.

Substances azotées. — La proportion d'azote total, déterminée par semi-microkjeldahl, est sensiblement la même pour les deux sortes de spores (2,8 %); mais si l'on sépare par l'acide trichloracétique l'azote protidique de l'azote engagé dans des molécules plus simples (acides aminés, sels etc.), on constate que les microspores sont plus riches en azote protidique que les macrospores (1,93 pour les premières, 0,43 pour les deuxièmes). L'azote engagé sous forme complexe se trouve donc en proportion notablement plus élevée dans les spores mâles.

Matières grasses. — Les matières grasses sont abondantes dans les deux sortes d'organes. Néanmoins, étant donnée la faible quantité de matériel dont nous disposions, nous avons dû mettre au point deux microméthodes pour la détermination des indices de saponification et d'iode. Les résultats obtenus par ces méthodes concordent à 1 % près avec ceux que donnent les techniques préconisées par la Commission de l'Union Internationale de Chimie ([3]) appliquées à l'huile d'olive et à l'huile d'arachide.

1 à 2^{g} de spores préalablement broyées sont épuisées par l'éther éthylique dans un petit appareil de Dupré. L'éther est évaporé, le résidu séché et pesé : on obtient ainsi une huile moyennement fluide contenant une faible proportion de matières solides. La partie insaponifiable de cette huile possède une odeur aromatique.

Indice de saponification. — Il a été déterminé sur des prises d'essai de 50^{mg} environ. On commence par l'essai témoin en chauffant à reflux sur bain-marie pendant 1 heure 4$^{cm^3}$ de solution alcoolique 0,12*n* de potasse et l'on titre par l'acide chlorhydrique 0,1*n* (à la microburette) en présence de phénolphtaléine. On fait une opération semblable en présence cette fois du corps gras : on titre comme précédemment, on ramène avec de l'eau à un volume égal à celui de l'essai à blanc et l'on ajoute encore de l'acide jusqu'à nouvelle décoloration.

Indice d'iode (méthode de Hübl). — Il a été déterminé sur des prises d'essai de 10^{mg} environ (1/800e de l'indice d'iode présumé). Le corps ou l'acide gras a été mélangé avec 0$^{cm^3}$,5 de $CHCl^3$ et 1$^{cm^3}$ du réactif iode + Cl^2Hg : après 4 heures on ajoute 1$^{cm^3}$ de la solution de IK, puis 10$^{cm^3}$ d'eau et l'on titre par la solution 0,05*n* de $S^2O^3Na^2$ (à la microburette) en présence d'empois d'amidon.

Les résultats sont les suivants :

([3]) Méthodes unifiées pour l'analyse des matières grasses (1936).

	Macrospores.	Microspores.
Matières grasses (extrait éthéré) pour 100....	48	35
Indice de saponification..................	198	201
» d'iode............................	81	102
Insaponifiable (pour 100 de matières grasses).	2,68	4,85
Acides gras (pour 100 de matières grasses)...	95,9	93,8
Poids moléculaire moyen.................	280	275
Indice d'iode...........................	82	105

La teneur en matières grasses des macrospores est largement supérieure à celle des microspores (48 % contre 35 %). Les indices de saponification sont très voisins. La proportion d'insaponifiable est nettement plus élevée chez les microspores. Les acides gras ont des poids moléculaires voisins; mais l'indice d'iode qui mesure le degré d'insaturation de la molécule de ces acides gras est très nettement plus élevé chez les microspores (105 au lieu de 82 pour les macrospores).

Ces résultats mettent donc en évidence une différenciation chimique des spores de Sélaginelle parallèle à la différenciation morphologique liée au sexe.

EMBRYOLOGIE TÉRATOLOGIQUE. — *Sur les variétés évolutives de la parthénogenèse tératologique dans l'ovaire des Mammifères et leurs homologies avec celles des embryomes des glandes génitales.* Note de M. **Albert Peyron**, transmise par M. Maurice Caullery.

L. Lœb [1] découvrit en 1911, dans l'ovaire du cobaye, des formations représentant des œufs en développement parthénogénétique; ces observations et leur interprétation furent confirmées par les recherches ultérieures de Courrier et Oberling [2], les miennes [3] (avec Lelièvre et Corsy) et celles d'Athias [4]. Depuis lors mes études sur les embryomes et la lignée germinale ont élargi le cadre de la parthénogenèse. Ce processus, que tous les embryologistes croyaient spécial à l'ovaire, s'observe dans le testicule des Mammifères, sous une forme tératologique ou néoplasique, à évolution prolongée, beaucoup plus facile à observer et surtout plus variable dans ses modalités. La présente Note a pour but d'établir

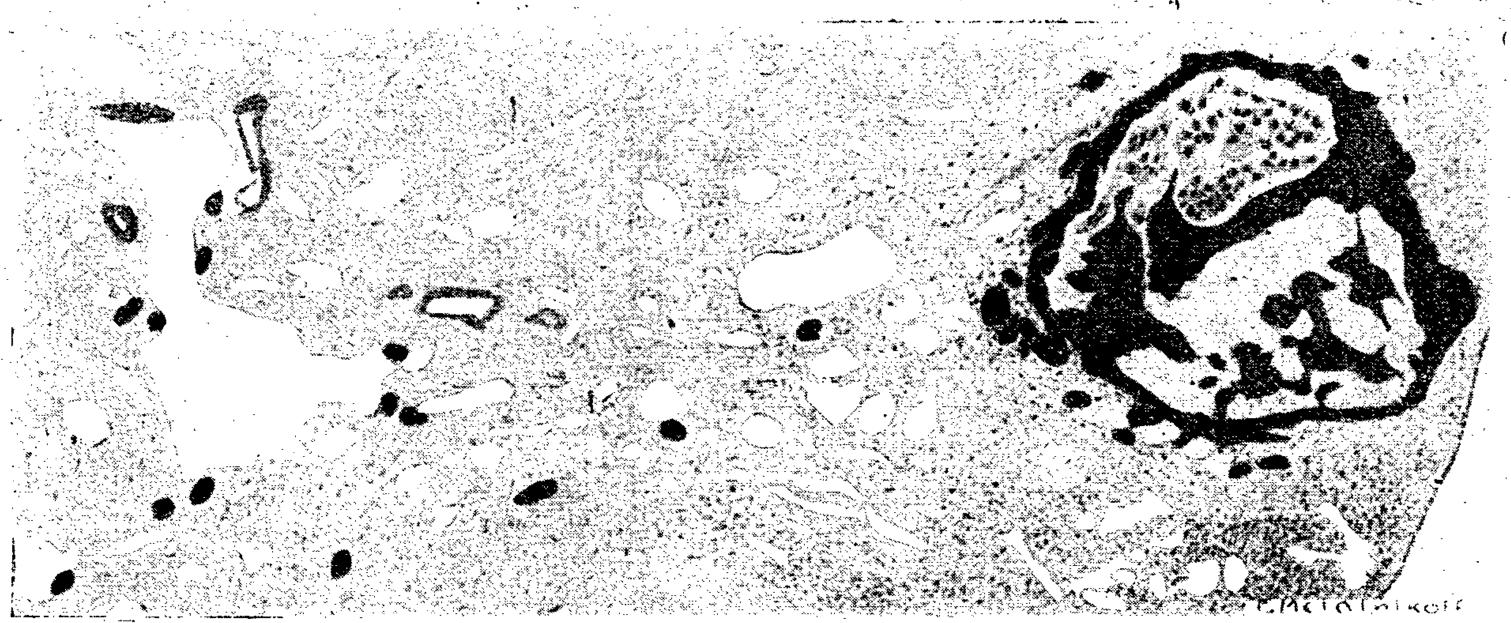
(1) *Journ. American Medical Association*, 56, 1911, p. 1327; *Zeits. f. Krebsforsch.*, 11, 1912, p. 1; *Anatomical Record*, 51, 1932, p. 373.

(2) *Archives d'Anat., d'Histol. et d'Embryol.*, 11, 1933, p. 455; *Bull. Soc. Anat.*, 1923, p. 724.

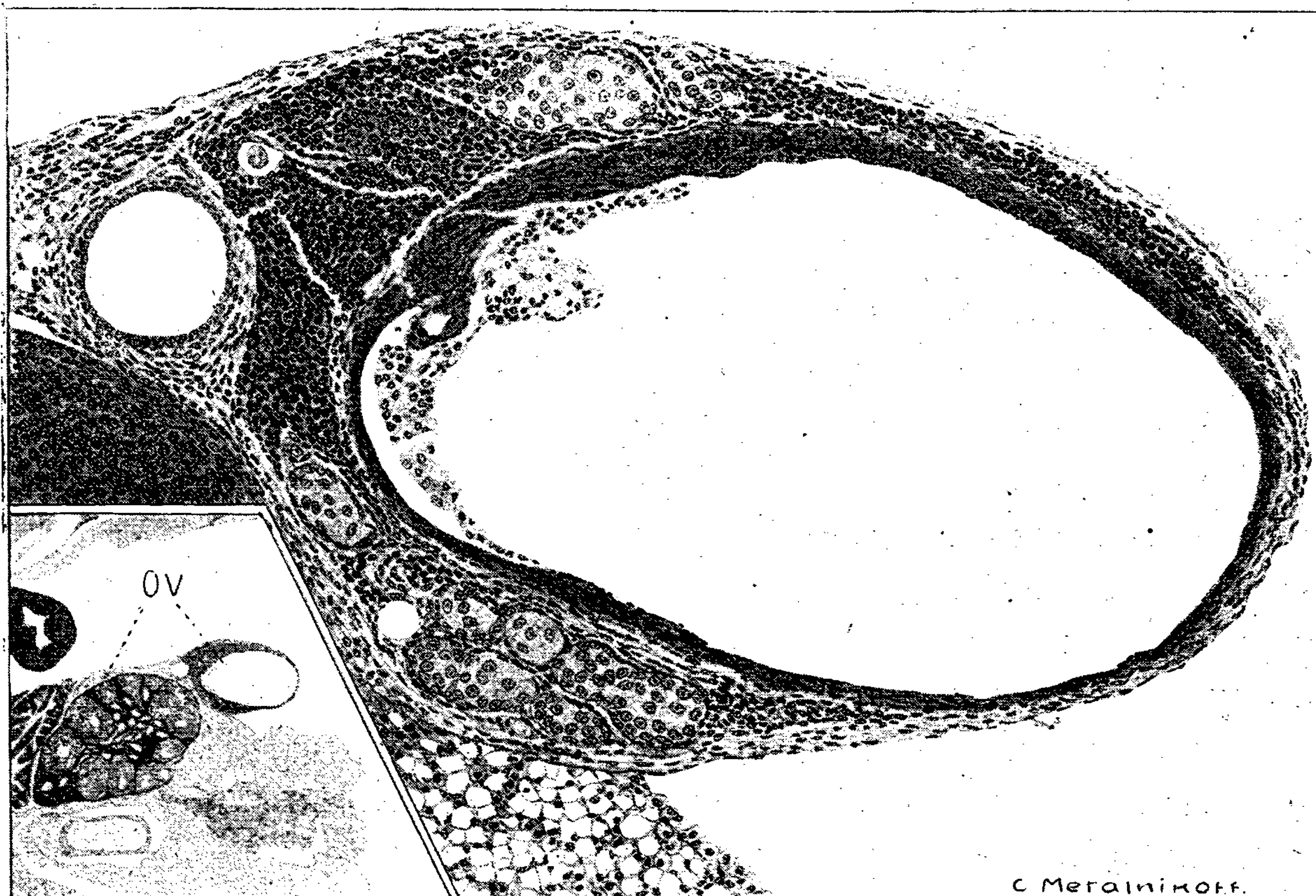
(3) *Bull. Ass. franç. du Cancer*, 16, 1927, p. 711.

(4) *Arquivo de Patologia*, 8, II, août 1936, p. 122.

que les complexus parthénogénétiques de l'ovaire ne peuvent être interprétés de façon satisfaisante que si on les compare à ceux des tumeurs à tissus multiples : on peut ainsi reconnaître la commune origine de forma-



1



tions en apparence dissemblables et reconstituer les diverses étapes du processus, que l'on ne retrouve jamais au complet chez un même animal.

1° Dans la variété habituelle, chez le Cobaye, il est exceptionnel de pouvoir reconnaître des feuillets blastodermiques distincts ou un bouton embryonnaire complet; le complexus est constitué presque exclusivement de trophoblaste. Ainsi, la figure I montre une coupe transversale d'ovaire de Cobaye, sur laquelle on reconnaît, dans le cortex, un massif tropho-

blastique, avec ses deux variétés cellulaires, cellules de Langhans et syncytium.

Leurs éléments migrateurs, déjà disséminés dans la zone médullaire, encerclent et envahissent les vaisseaux sanguins; nous avons ici un développement unilatéral exclusif du trophoblaste, qui entraîne la disparition du bouton embryonnaire proprement dit. Or, ce fait s'observe précisément dans certains embryomes malins; Kampmeyer ([5]) objecte à Lœb que les formations décrites comme parthénogénétiques, chez le Cobaye, représenteraient plutôt des corps jaunes anormaux; mais les observations de Lœb et celles d'Athias établissent qu'on peut les retrouver chez les femelles impubères, ou séparées des mâles, ou encore vers la fin de la gestation, lorsqu'il n'y a plus d'ovulation. L'ensemble de mes constatations élimine formellement l'opinion de Kampmeyer.

2° La seconde variété, que je viens d'observer dans l'ovaire de la souris (animal impubère de 8g), n'y avait pas encore été signalée (pas plus que chez le Cobaye); elle reproduit exactement la morphologie du kyste, ou embryome dermoïde banal : revêtement épidermique doublé d'une assise de formations pilo-sébacées, absence complète de trophoblaste; une vue d'ensemble est donnée dans la figure II, dont l'angle gauche schématise la topographie de l'ovaire. On ne connaissait jusqu'ici que deux cas de tumeur à tissus multiples, signalés par Miss Slye ([6]) (sur 45 tumeurs ovariennes correspondant à 22000 souris autopsiées). D'autre part Zakolska ([7]) vient de trouver, dans les ovaires d'une souris gravide, plusieurs follicules, avec des stades de segmentation normaux (deux et quatre blastomères et même début de blastula sans dégénérescence cytoplasmique ou nucléaire). Notre embryome dermoïde s'intercale précisément entre ces deux stades, celui de la segmentation et celui de l'embryome proprement dit. En résumé, la parthénogenèse rudimentaire ou abortive du Cobaye, les kystes dermoïdes de la Souris et les embryomes de l'ovaire et du testicule représentent des variétés d'un même processus, dont on peut reconnaître deux types fondamentaux, caractérisés, l'un par l'apparition du trophoblaste, l'autre par des ébauches purement somatiques. Ces différences évolutives paraissent liées, en partie, à des facteurs hormoniques, qui, en l'absence de données expérimentales, nous échappent complètement.

([5]) *American J. of Anat.*, 43, 1929, p. 45.
([6]) *J. of Cancer Research*, 5, 1920, p. 205.
([7]) *Folia Morphologica*, 1, II, 1929, p. 74.

SÉROLOGIE. — *Déshydratation du sérum sanguin; application au sérum syphilitique.* Note (¹) de M. **Maurice Doladilhe**, présentée par M. Louis Martin.

Agitons un sérum sanguin en présence d'éther sulfurique; sa viscosité augmente et son volume diminue. Ces modifications sont dues à la perte d'eau qu'il subit. En effet, en répétant plusieurs fois cette manipulation avec de l'éther neuf on déshydrate *presque complètement* le sérum qui se transforme finalement en une masse très visqueuse.

Ces observations nous ont incité à chercher si l'on ne pourrait pas rendre cette déshydratation *totale* et obtenir les protéines et les substances dissoutes sous la forme d'une poudre parfaitement sèche.

Nous avons atteint ce but en utilisant d'emblée un volume d'éther suffisamment grand pour absorber *en une seule fois* la totalité de l'eau du sérum. Voici notre technique : on verse, dans un flacon, 200$^{cm^3}$ d'éther sulfurique à 66° et 0$^{cm^3}$,25 de sérum sanguin, on agite fortement pendant 30 secondes environ. La déshydratation est totale, les protéines et les substances dissoutes se rassemblent, en effet, à l'état *pulvérulent*, dans le fond du flacon.

Ce traitement ne dénature pas, physiquement, les protéines sériques. La poudre obtenue est parfaitement soluble dans l'eau distillée ou dans les solutions salines. Que deviennent les caractères biologiques du sérum sanguin? Ces premières expériences ont été effectuées avec du sérum humain normal ou syphilitique. Nous exposerons donc ce qu'il advient de la réagine syphilitique. Disons de suite qu'on la retrouve intégralement dans le dessiccat.

Voici les résultats d'une série de séro-réactions par floculation (Meinicke-opacification) et par fixation de l'alexine (Wassermann) effectuées sur le sérum complet et sur la solution obtenue en reprenant par 0$^{cm^3}$,50 d'eau physiologique la poudre provenant de 0$^{cm^3}$,50 de sérum.

Pour les réactions de Meinicke nous avons indiqué le temps au bout duquel débute la floculation.

	Meinicke (temps).		Wassermann.	
Expérience.	Sérum complet.	Dessiccation.	Sérum complet.	Dessiccation.
1......	25 min.	25 min.	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
2......	pas de floc.	pas de floc.	hémolyse	hémolyse
3......	1 h. 10	1 h. 05	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
4......	12 min.	10 min.	»	»

(¹) Séance du 27 décembre 1939.

	Meinicke (temps).		Wassermann.	
Expérience.	Sérum complet.	Dessiccation.	Sérum complet.	Dessiccation.
5......	pas de floc.	pas de floc.	hémolyse	hémolyse
6......	35 min.	40 min.	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
7......	pas de floc.	pas de floc.	hémolyse	hémolyse
8......	20 min.	20 min.	pas d'hémolyse	pas d'hémolyse
9......	55 min.	50 min.	»	»

L'éther sulfurique permet donc de réaliser instantanément, sans dénaturation, la déshydratation d'un sérum et la dessiccation de ses substances dissoutes. Ce traitement peut présenter un certain intérêt dans le cas où s'impose la dessiccation d'un sérum.

SÉROLOGIE. — *Sur le problème de la dissociation des propriétés séro-anaphylactiques et anticorps.* Note (¹) de M. **Marcel Mazille**, présentée par M. Louis Martin.

Les propriétés anaphylactisantes du sérum sanguin sont-elles l'apanage de la totalité de ses protéines ou d'une partie d'entre elles ? De récentes recherches [2] ont conduit leurs auteurs à penser que la protéine visqueuse pourrait être le seul agent responsable des accidents séro-anaphylactiques, mais ils n'ont pu confirmer cette hypothèse parce qu'ils n'ont pas réussi à débarrasser le sérum de toute sa protéine visqueuse. Le sérum purifié qu'ils obtenaient par dialyse en champ électrique contre eau distillée, contenait toujours suffisamment de protéine visqueuse pour sensibiliser le cobaye, mais trop peu pour déclencher chez cet animal le choc anaphylactique mortel.

Nous avons résolu le problème de l'extraction totale de la protéine visqueuse en soumettant le sérum à l'électrodialyse sèche entre plomb et mercure [3]. Cette méthode permet d'extraire en quelques minutes la quasi-totalité de la protéine visqueuse; les dernières traces sont précipitées dans l'électrodialysat par addition d'une quantité suffisante de HCl centinormal pour produire la floculation instantanée. Ainsi purifié, l'électrodialysat est donc constitué par le sérum privé complètement de protéine visqueuse.

Nous avons constaté que cette fraction sérique purifiée est dénuée de tout pouvoir anaphylactisant alors que la solution obtenue en dissolvant la protéine visqueuse par l'eau physiologique est anaphylactisante autant que l'est le sérum complet.

---

(1) Séance du 27 décembre 1939.

(2) Charpentier, Doladilhe, Morel et Placidi, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 383.

(3) Mazille, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 378 : 207, 1938, p. 1135.

Les fractionnements ont été effectués sur du sérum de Cheval, et pour nos expériences d'anaphylaxie nous avons utilisé le Cobaye, toutes les injections étant faites par voie intracardiaque, les secondes 20 à 50 jours après les premières.

Nos résultats sont les suivants :

L'injection de protéine visqueuse (entre 1/10 et 1^{cm^3} de solution équivalente au sérum complet) sensibilise le Cobaye à une injection d'épreuve de protéine visqueuse ou de sérum complet. Une injection équivalente de sérum purifié ne sensibilise jamais cet animal : il résiste en effet à toute injection d'épreuve de sérum complet, de protéine visqueuse ou de sérum purifié.

Un cobaye sensibilisé par le sérum complet ou par la protéine visqueuse subit le choc anaphylactique lorsqu'on l'éprouve à la solution de protéine visqueuse ou de sérum complet, mais n'est pas incommodé par le sérum purifié.

Ces résultats démontrent que la protéine visqueuse est l'agent responsable des accidents séro-anaphylactiques.

Au cours de ces recherches nous avons pu utiliser du sérum hémolytique de Cheval ([1]) et observer un fait très intéressant. L'hémolysine, qui, dans la méthode de fractionnement du sérum par électrodialyse aqueuse, accompagne la protéine visqueuse, se maintient au contraire en grande partie dans l'électrodialysat lorsque le fractionnement est fait par notre méthode. Voici, en exemple, les résultats d'expériences d'hémolyse effectuées sur des fractions équivalentes de protéine visqueuse et d'électrodialysats obtenus par électrodialyse aqueuse ou sèche. Les chiffres du tableau indiquent les temps au bout desquels $0^{cm^3},1$ d'une de ces solutions provoque, en présence de la même dose d'alexine de Cobaye, l'hémolyse totale de 1^{cm^3} d'une suspension de globules rouges de Mouton à 5 %..

	Protéine visqueuse.	Électrodialysat.
Electrodialyse aqueuse................	23 min.	2 h. 20
» sèche..................	1 h. 50	18 min.

Nos expériences constituent, à notre connaissance tout au moins, le premier exemple de la dissociation complète des propriétés séro-anaphylactiques et anticorps.

([1]) Ce sérum nous a été envoyé par M. Césari.

IMMUNOLOGIE. — *Sur une épreuve sérologique décelant les propriétés neutralisantes des sérums à l'égard du virus du typhus.* Note de MM. **Jean Laigret** et **Roger Durand**, présentée par M. Émile Roubaud.

Jusqu'à présent, chaque fois qu'on a cherché à mettre en évidence le pouvoir protecteur des sérums contre le virus typhique, on a surtout utilisé comme réactifs les cobayes, les rats ou les singes, animaux auxquels, pour leur donner le typhus apparent, il faut inoculer des quantités importantes du virus. L'on conçoit qu'à l'égard d'inoculations aussi massives, et au surplus non titrées, l'effet protecteur des sérums ne se manifeste pas avec la netteté désirable.

Le problème est tout autre depuis que le virus typhique murin a été adapté à la souris blanche. Des quantités très petites, presque infinitésimales, du virus *adapté* suffisent pour déterminer chez la souris une infection grave, qui s'accompagne d'un développement abondant des *rickettsias* dans les séreuses et qui se termine, entre le 6e et le 10e jour, par une paralysie toujours mortelle. De plus, les doses minima infectantes peuvent être mesurées par le titrage (unités-souris). Ainsi les conditions de l'expérimentation du typhus sur les souris sont devenues exactement comparables à celles de la fièvre jaune (virus amaril dit *neurotrope*).

On sait que la paralysie des souris inoculées de ce virus amaril neurotrope a servi, à Max Theiler, de test pour une épreuve de séro-protection qui a été d'une utilité considérable dans l'étude immunologique de la fièvre jaune et en particulier pour le contrôle de sa vaccination. Nous avons soumis à une épreuve semblable les sérums des typhiques, en prenant comme animaux-réactifs *les souris inoculées du virus typhique paralysigène.*

Nous avons éprouvé 3 sérums humains. Deux provenaient de sujets convalescents du typhus épidémique à poux; l'autre d'un sujet convalescent d'un typhus murin, contracté dans un laboratoire. Le sérum I (typhus épidémique) a été prélevé au 8e jour après la défervescence; le sérum II (typhus épidémique) au 20e jour; le sérum III (typhus murin) au 7e. Les sérums, aussi tôt que possible après leur prélèvement, ont été mélangés à parties égales avec une suspension du virus typhique paralysigène de souris, telle que 1^{cm^3} de sérum s'est trouvé en contact avec 200 unités-souris (200 doses mortelles pour la souris). Des mélanges-témoins ont été préparés de même avec des sérums normaux, de cheval ou de cobaye. *Les mélanges virus + sérum ont été agités pendant une demi-heure à l'agitateur de Kahn* réglé à 275 battements-minute. Ensuite on a inoculé chaque mélange à 3 souris (voie péritonéale, $0^{cm^3},5$ du mélange par animal). Les souris ont été observées 15 jours.

Résultats. — *a.* Sérums des convalescents du typhus épidémique :

Sérum I. Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, o. Survie, 3. *Pouvoir protecteur fort.*

Sérum II. Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, 1. Survie, 2. *Pouvoir protecteur moyen ou faible.*

Sérum normal-témoin (de cheval). Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, 3.

b. Sérum d'un convalescent du typhus murin :

Sérum III. Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, o. Survie, 3. *Pouvoir protecteur fort.*

Sérum normal-témoin (de cobaye). Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, 3.

c. Réactivation du pouvoir neutralisant.

Le sérum I (typhus épidémique : pouvoir protecteur fort) a été conservé à la glacière, d'abord pendant deux semaines. Éprouvé de nouveau, il n'a plus montré aucun pouvoir protecteur : 3 souris paralysées et mortes sur 3 souris inoculées. Il a été soumis à une troisième épreuve, après 45 jours de conservation. Cette fois, *il a été additionné d'alexine fraîche de cobaye :*

Sérum I conservé 45 jours à la glacière et additionné d'alexine fraîche de cobaye : Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, o. Survie, 3. *Pouvoir protecteur fort.*

Sérum normal-témoin (de cobaye). Souris inoculées, 3. Paralysie mortelle, 3.

Conclusions. — Les sérums des convalescents du typhus neutralisent le virus typhique adapté à la souris blanche. La neutralisation se manifeste d'une manière évidente par l'empêchement de la paralysie, dont sont atteintes et dont meurent les souris témoins. La possibilité de titrer le virus typhique de la souris donne à l'épeuvre une grande précision.

La réaction s'est montrée positive aussi bien avec le sérum d'un convalescent du typhus murin qu'avec des sérums de convalescents du typhus historique.

Cette épreuve de séro-protection antityphique paraît donc susceptible de fournir, aux enquêtes épidémiologiques concernant le typhus et plus particulièrement au contrôle des vaccinations, l'aide précieuse qu'a apportée à l'étude de la fièvre jaune la séro-réaction de Max Theiler.

La séance est levée à 15^h45^m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Picard**, en présentant à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1940, s'exprime comme il suit :

Dans la partie de cet Annuaire consacrée à l'Astronomie, je signalerai un article sur les *Comètes* rédigé par M. Baldet, où sont données des indications sur la nature et le mouvement de ces astres. On y trouvera aussi un tableau des *Mouvements propres et de la vitesse radiale des étoiles* et une Note sur les *Spectres stellaires*.

Le cinquième Chapitre de l'Annuaire est consacré aux données physiques et chimiques. Il a fait l'objet d'une importante révision. On sait avec quelle rapidité se succèdent à notre époque les découvertes en physique et physico-chimie. Il a paru utile de donner sur certains points quelques brèves indications théoriques. On a complété ce qui concerne la *Thermométrie*, et l'on a introduit un article sur les *Rayons X*.

Deux Notices terminent le volume, une sur *L'Espace interstellaire* par notre Confrère M. Charles Fabry, l'autre sur *Le Bureau international de l'heure, son rôle et son fonctionnement* par M. Armand Lambert.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la répartition du bore dans les organes du Tabac des paysans.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Lazare Silberstein**.

Les déterminations quantitatives de bore que nous avons effectuées dans les divers organes du Lis blanc ([1]) ont révélé un fait remarquable : l'accumulation relative du métalloïde dans les pistils et dans les étamines, accumulation qui conduit à supposer une intervention particulière du bore dans la fonction reproductrice.

Étant donné l'importance physiologique possible de ce fait, nous avons tenu à contrôler s'il se retrouverait dans une autre espèce végétale très différente. Pour plusieurs raisons d'ordre expérimental (conditions de culture, forme et dimensions des organes etc.), le nombre des espèces à choisir est plus limité qu'on pourrait le croire au premier abord. Il faut pouvoir cultiver la plante à proximité du laboratoire, qu'elle ne soit ni trop grande, ni trop petite, que la dissection de ses organes floraux ne soit pas trop difficile etc. Pour être comparé au Lis blanc, qui appartient aux Monocotylédones, nous avons choisi, cette fois, le Tabac des paysans (*Nicotiana rustica* L.), de l'embranchement des Dicotylédones.

La plante a été cultivée à Paris, dans le jardin de l'Institut Pasteur. Quand elle a commencé à fleurir, on en a récolté deux pieds (de 84^{cm} de hauteur), qui ont été immédiatement lavés, essorés avec du papier à filtre et pesés. Puis on a séparé les racines, les tiges, les feuilles et les inflorescences. Les tiges ont été divisées, de la base au sommet, en quatre portions de longueur égale, et les feuilles séparées en autant de lots correspondants. Comme il n'y avait pas assez de substance pour permettre le dosage du bore dans les feuilles supérieures et dans les inflorescences, non plus que dans les très petites feuilles de ces dernières, on a ajouté les mêmes parties provenant de trois autres pieds ayant atteint le même degré de développement.

Rapportés à un seul pied, les poids suivants d'organes ou de parties d'organes ont été obtenus :

([1]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 796.

Organes ou parties d'organes.	Matière (en g.) fraîche.	Matière (en g.) sèche.
Racine	9,25	1,30
Tige (1er quart, inférieur)	20,57	2,70
» (2e » »)	18,50	1,65
» (3e » »)	15,20	1,05
» (quart supérieur)	6,07	0,35
Feuilles (1er quart inférieur)	12,52	1,12
» (2e » »)	27,50	2,20
» (3e » »)	29,55	2,57
» (quart supérieur)	14,52	1,34
Petites feuilles de l'inflorescence	2,00	0,20
Inflorescence (sans feuilles)	2,71	0,27
Totaux	158,39	14,75

La récolte et la séparation des organes reproducteurs a été plus laborieuse. Bien que le choix du Tabac des paysans eût été favorable à certains égards, les fleurs présentaient l'inconvénient d'avoir des dimensions assez réduites. Afin de rassembler de chacune de leurs parties constituantes assez de substance pour pouvoir y doser le bore, il a fallu recueillir près de 300 fleurs, c'est-à-dire séparer, à la pince et au scalpel, non seulement autant de calices, de corolles, d'ovaires etc., mais près de 1500 filets staminaux et un nombre égal d'anthères. Cette récolte a été faite en six fois, du 16 au 24 octobre, au fur et à mesure de l'épanouissement des fleurs. Dès leur cueillette, celles-ci ont été disséquées, chaque partie pesée fraîche dans un tube taré et bouché à l'émeri, puis mise à l'étuve pour en connaître le poids sec.

Nous avons obtenu, pour les 293 fleurs ainsi préparées, les poids totaux suivants :

Parties examinées.		Matière (en g.) fraîche.	Matière (en g.) sèche.
Pédoncules		1,75	0,17
Calices		8,71	1,01
Corolles		17,15	1,43
Pistils	Ovaires	9,01	1,14
	Styles	0,46	0,06
	Stigmates	0,35	0,075
Étamines	Filets	1,68	0,19
	Anthères	0,96	0,33

Enfin, pour compléter notre série d'échantillons, un certain nombre de

pieds a été laissé en culture jusqu'à la maturation des graines. Ces dernières ont été purifiées par tamisage avant d'être analysées.

Tous les lots et échantillons ont été pesés frais et après dessiccation à $+100°-105°$. Les cendres ont été dosées. La proportion de bore a été déterminée ensuite par la méthode microcolorimétrique dont nous nous sommes servis dans les recherches antérieures.

Voici le tableau d'ensemble de nos résultats numériques :

Organes ou parties d'organes.	Poids de matière sèche analysée (en g).	Matière sèche (%).	Cendres % de matière sèche.	Bore en mg par kg matière fraîche.	Bore en mg par kg matière sèche.
Racine	0,93	14,05	10,32	0,6	4,0
Tige (quart inférieur)	0,99	13,12	9,60	0,7	5,1
» (2e quart »)	0,88	9,00	13,18	0,6	7,1
» (3e » »)	0,90	6,91	15,80	0,5	6,9
» (quart supérieur)	0,85	5,77	18,94	0,5	8,8
Feuilles (quart inférieur)	0,83	8,98	28,92	0,7	7,5
» (2e quart »)	0,86	8,00	25,23	0,6	7,3
» (3e » »)	0,80	8,71	23,12	0,8	9,4
» (quart supérieur)	0,95	9,22	20,21	1,0	10,5
Petites feuilles de l'inflorescence.	0,73	10,00	16,00	1,1	10,3
Fleurs : pédoncules	0,17	9,70	15,12	1,0	10,3
» calices	0,62	11,60	12,26	1,2	10,1
» corolles	0,79	8,34	8,86	0,3	3,2
» ovaires	0,60	12,65	11,17	1,3	10,4
» styles	0,06	13,10	10,00	1,6	12,5
» stigmates	0,075	21,43	5,33	2,9	13,3
» filets	0,19	11,28	13,68	1,0	9,2
» anthères	0,33	34,39	6,36	3,9	11,4
Graines	0,84	93,02	4,40	9,7	10,4

D'après les chiffres présentés dans les tableaux ci-dessus, on calcule qu'il y a dans le Tabac des paysans, récolté au début de la floraison, $0^{mg},7$ de bore par kilogramme de matière fraîche, soit $7^{mg},4$ par kilogramme de matière sèche.

On voit, d'autre part, que le métalloïde est très inégalement réparti dans les organes. La racine et la tige, qui forment près de la moitié du poids de la plante, renferment les proportions les plus faibles; les feuilles et les inflorescences, les proportions les plus fortes. Dans les tiges et dans les feuilles, on trouve d'autant plus de bore que l'on s'élève davantage de la base vers le sommet; les petites feuilles de l'inflorescence, les plus jeunes

de toutes, possèdent, avec celles du quart supérieur, la teneur la plus élevée. De telles variations sont en complet accord avec celles que nous avons signalées antérieurement au sujet de plantes variées, ligneuses ou herbacées, et justifient l'opinion que nous avons formulée alors au sujet du phénomène de dégénérescence du cœur ou du bourgeon terminal des plantes soumises à une carence de bore (²).

Il apparaît, en outre, dans le cas du Tabac des paysans comme dans celui du Lis blanc, une localisation très nette du métalloïde dans les organes floraux : la corolle de la première plante et les divisions du périanthe de la seconde sont d'une grande pauvreté; les parties mâles et femelles (les étamines et les pistils) sont au contraire les mieux pourvues, leur teneur en bore dépasse nettement celle des feuilles.

Il est largement démontré aujourd'hui que le bore existe en minimes proportions dans les cellules végétales; bien plus, que cet oligoélément intervient dans les phénomènes nutritifs de la plante (³). La remarquable localisation que nous avons reconnue et que nous venons de confirmer dans les organes floraux nous semble accréditer fortement la supposition, exprimée au début de cette Note, d'une intervention particulière du bore dans la fonction reproductrice.

CORRESPONDANCE.

M. Henri Buisson adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Totalisation simple des fonctions ramenée à celle des séries.* Note (¹) de M. Arnaud Denjoy, présentée par M. Paul Montel.

On peut totaliser des séries dont les termes $u_n(x)$, dépendant d'une variable x, sont ordonnés mutuellement à la façon d'un ensemble linéaire

(²) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 136 et 270.

(³) G. Bertrand, *Ann. agr.*, 9, 1939, p. 548-568.

(¹) Séance du 27 décembre 1939.

dénombrable quelconque. Sur un segment ab, soit une famille de segments $a_n b_n$ ou ρ_n, telle que, les points a_n et b_n étant tous deux à deux distincts, un point quelconque x du segment ab n'appartienne qu'à un nombre fini de ρ_n. Soit $u_n(x)$ une fonction nulle pour $a < x < a_n$ et constante pour $b_n < x < b$. Soit $v_n = u_n(b)$. Au point a_n plaçons le nombre $u_n(x)$. Il est aisé de voir que si la série $\Sigma \mathrm{T} v_n$ est totalisable, il en est de même de $\Sigma \mathrm{T} u_n(x)$ quel que soit x sur ab. En effet, par hypothèse $(a \Sigma \mathrm{T} x) v_n$ est défini quel que soit x distinct des a_n. Soit $\gamma(x)$ cette fonction. Les seuls v_n intervenant dans cette totale sont ceux pour lesquels a_n est sur l'intervalle ax. Les termes de $(a \Sigma \mathrm{T} x) u_n(x)$ se réduisent pareillement à ceux pour lesquels $a_n < x$, puisque si $a_n \geq x$, $u_n(x) = 0$. Finalement, les deux sommes se composent des mêmes termes placés aux mêmes points, sauf pour ceux dont les indices vérifient la condition $a_n < x < b_n$. Mais ceux-ci sont en nombre fini. Les deux séries sont donc totalisables à la fois et, si $(a \Sigma \mathrm{T} x) u_n(x) = g(x)$, $\lambda(x) = g(x) - \gamma(x)$ est la somme des nombres $u_n(x) - u_n(b_n)$ pour lesquels $a_n < x < b_n$.

Soit $f(x)$ une fonction jouissant de cette propriété que, si P est parfait, l'ensemble K(P) des points de P au voisinage desquels f est non sommable sur P, cet ensemble s'il existe est non dense sur P. Toute fonction finie, limite unique ou plus petite ou plus grande de fonctions continues, c'est-à-dire presque toutes les fonctions finies rencontrées en analyse satisfont à cette condition. Désignons par Q(K) le noyau parfait épais en lui-même de K, c'est-à-dire le plus petit ensemble parfait inclus dans K tel que K — Q soit de mesure nulle. Formons la suite $Q_0 = (a, b)$, $K_1 = K(Q_0)$, $Q_1 = Q(K_1)$, ... Généralement : α étant un nombre ordinal des classes I ou II, $Q_\alpha = Q(K_\alpha)$ et $K_\alpha = K(Q_{\alpha-1})$ si α est de première espèce, K_α étant l'ensemble commun à tous les $K_{\alpha'}$ et $Q_{\alpha'}$, où $\alpha' < \alpha$, α est de seconde espèce. La suite K_α se termine à un dernier ensemble non nul. Les Q_α non vides sont en infinité dénombrable. Donnons à chacun d'eux un matricule entier. Q_α devient P_p. Soit ε_p un nombre positif tel que la série $\Sigma \varepsilon_p$ converge. Soit ε sa somme. Les points de Q_α étrangers à $K_{\alpha+1}$ peuvent être groupés en portions ϖ_α^r d'extrémités γ_α^r, δ_α^r, limitant un segment σ_α^r, de façon que : 1° les σ_α^r intérieurs à un même intervalle contigu à $K_{\alpha+1}$ sont deux à deux sans points intérieurs communs et s'accumulent uniquement aux extrémités de ce contigu ; 2° le plus grand des σ_α^r, pour α donné, est inférieur à ε_p (on pourrait ajouter que la somme des σ_α^r pour α donné excède de moins de ε_p la mesure de $Q_\alpha - K_{\alpha+1}$) ; 3° sur ϖ_α^r, l'intégrale de $|f|$ est inférieure à ε_p.

On voit aisément que les σ_β^k ayant au moins un point commun avec une

portion p_α de Q_α située dans un contigu à $K_{\alpha+1}$ sont en nombre fini. Ou bien leur indice inférieur β est égal à α, et p_α est inclus dans la réunion des ϖ_α^i correspondants; ou bien $\beta > \alpha$, et p_α est tout entier dans un intervalle contigu de la portion correspondante ϖ_β^k.

Les σ_α^r sont en infinité dénombrable. Énumérons-les. σ_α^r, γ_α^r, δ_α^r sont désignés par des notations ρ_n, a_n, b_n. Au point a_n, plaçons la fonction $u_n(x)$ égale à l'intégrale entre a et x de la fonction égale à f sur ϖ_α^r et à zéro ailleurs. $u_n(b_n) = v_n$ est l'intégrale de f sur ϖ_α^r; $u_n(x) - u_n(b_n)$ est l'intégrale de $-f$ sur ϖ_α^r entre x et b_n; il y a lieu de la considérer si $a_n < x < b_n$. On constate aisément que, si f est simplement totalisable sur ab, la totale de f entre a et x est égale à la totale de la série $(a\Sigma T x) u_n(x)$. Celle-ci est totalisable, à la condition nécessaire et suffisante que $\Sigma T v_n$ soit totalisable entre a et b, v_n étant placé au point a_n.

Le nombre $|\lambda(x)| \leqq \Sigma |u_n(x) - u_n(b_n)|$, pour $a_n < x < b_n$, est borné par $\Sigma \varepsilon_p = \varepsilon$. Car si ρ_n est σ_α^r, x n'est intérieur qu'à un nombre fini de segments ρ_n et ceux-ci correspondent à des indices α, donc aussi à des rangs p distincts. Or $\int_{\varpi_\alpha^r} |f|\, dx < \varepsilon_p$ par hypothèse.

On voit sans peine que la fonction $\gamma(x) + \lambda(x)$ est continue, et que tout ensemble parfait contient une portion sur laquelle cette fonction est absolument continue avec la dérivée approximative f. Cette fonction est donc bien identique à la totale $T(f, a, x)$ de f entre a et x.

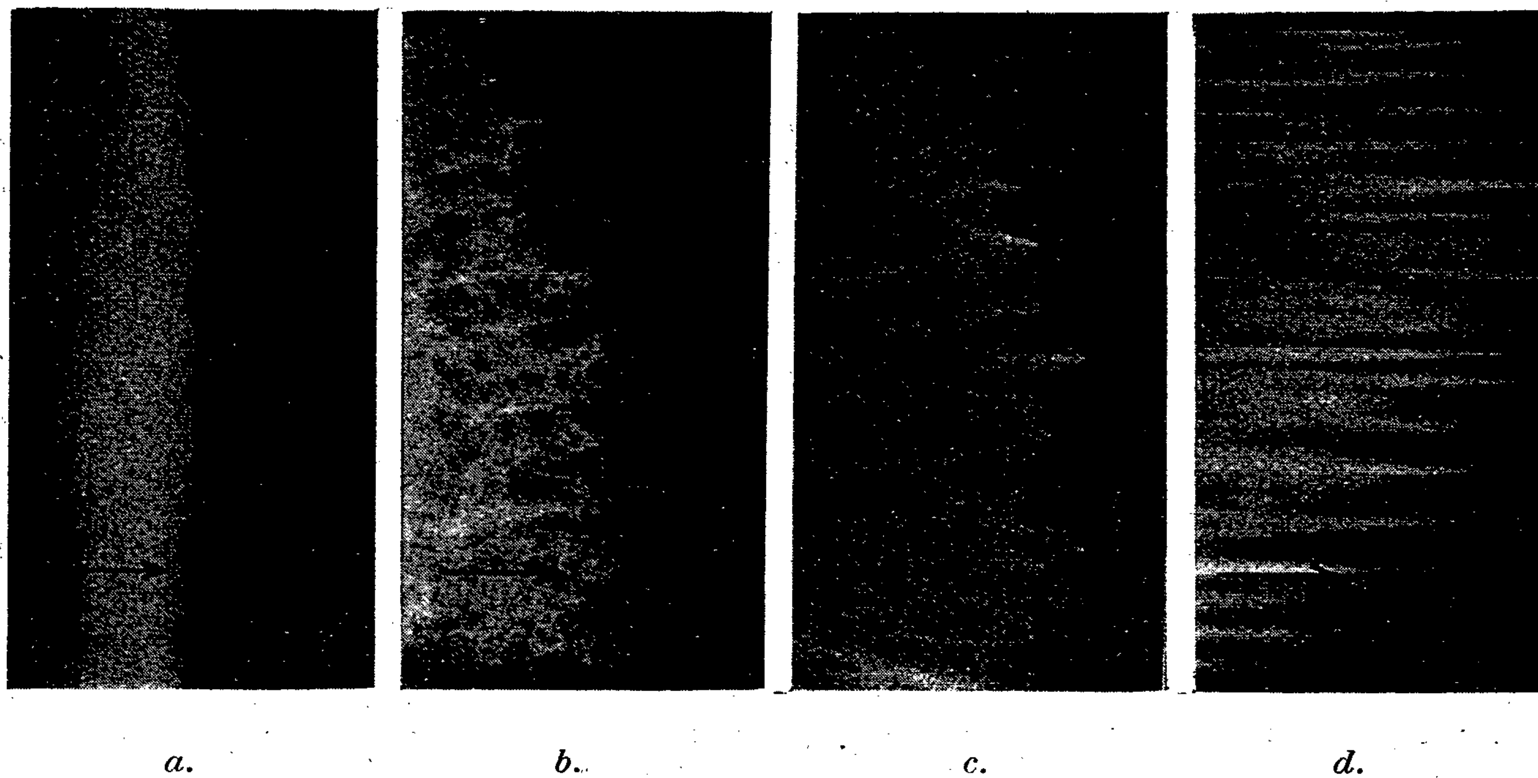
Ces considérations permettent de distinguer deux sortes d'opérations dans la totalisation simple d'une fonction, savoir 1° d'abord un calcul d'intégrales élémentaires $u_n(x)$ que l'on place aux points d'un certain ensemble *clairsemé* a_n; 2° la totalisation proprement dite des nombres $u_n(b_n) = u_n(b)$, qui implique la totalisation de la même série entre deux points quelconques de ab distincts des a_n; 3° l'addition à $(a\Sigma T x) u_n(b)$ d'un terme rectificatif borné $\lambda(x)$.

L'emploi de l'ordonnance transfinie de la seconde classe joue un rôle essentiel dans une totalisation. Tenter d'effectuer une totalisation sans l'emploi du transfini, c'est vouloir réaliser une symphonie en se passant de la musique, retrancher d'un tableau le dessin et la couleur. Je tiens l'usage de tout nombre *déterminé* de la seconde classe comme aussi légitime que celui de l'ensemble de tous les entiers finis. J'introduis toutefois cette réserve : en raison de l'impossibilité d'énoncer une règle universelle pour attacher à tout nombre transfini de seconde espèce une suite canonique croissante dont il est la limite, toute fonction, tout ensemble caractérisés

par un tel nombre devront être indépendants du choix de la suite croissante adoptée pour définir ce nombre transfini. Un nombre transfini est déterminé quand il est relatif à une fonction déterminée. A toute fonction continue déterminée douée en chaque point d'une dérivée finie correspondent, dans le calcul permettant de totaliser la dérivée, des suites d'opérations s'arrêtant à des nombres *déterminés* de la seconde classe, nombres qu'il n'est pas possible de borner *a priori*.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur les tourbillons électroconvectifs instantanés.* Note (¹) de M. **Douchan Avsec**, présentée par M. Henri Villat.

I. Dans une couche d'air en translation, j'ai cherché à obtenir par l'action d'un champ électrique les mêmes tourbillons en bandes si aisément réalisables dans les mouvements thermoconvectifs. A cette fin, j'ai utilisé l'appareil qui m'avait déjà servi à la production des *tourbillons instantanés*



a. *b.* *c.* *d.*

dans une couche au repos (²), en lui adaptant simplement un dispositif aspirant à la sortie de la chambre d'expériences. La visualisation s'obtient toujours par fumée de tabac. Les figures *a*, *b*, *c* et *d*, photographiées successivement dans une expérience où la largeur et l'épaisseur du canal

(¹) Séance du 11 décembre 1939.
(²) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 869.

étaient respectivement de 330^{mm} et de 22^{mm} et la vitesse de translation de 2 à 3 cm/sec, reproduisent quelques phases caractéristiques du phénomène.

a. La fumée, aspirée par le courant d'air, pénètre dans la chambre d'expériences; le front de la couche de fumée est rectiligne et perpendiculaire à la vitesse générale.

b. On applique alors le champ électrique. La structure de la couche de fumée devient brusquement tourbillonnaire et le front de la couche se dentèle plus ou moins régulièrement.

c. Peu à peu, la structure tourbillonnaire désordonnée se transforme en bandes étirées dans le sens longitudinal et les dents de front s'allongent, en révélant l'amorçage d'un mouvement hélicoïdal, d'axe parallèle à la vitesse de l'air.

d. Une fois devenues très rectilignes, les stries de fumée s'évanouissent progressivement par mélange des masses de fumée et d'air. Au bout d'un certain temps, inférieur à la minute, il ne reste aucune apparence de mouvements tourbillonnaires organisés. La durée de l'organisation précédente, dans les conditions données, est donc *limitée*.

II. Reste à expliquer la non-permanence du phénomène. La raison me paraît devoir en être donnée par un mécanisme semblable à celui que j'avais invoqué pour les tourbillons instantanés dans les *liquides isolants* ([3]), savoir, par un triage des porteurs de charges positives et négatives, primitivement distribués au hasard dans la masse électriquement neutre. La fumée de tabac est en effet un aérosol dont certaines particules portent des charges soit positives, soit négatives, le reste étant électriquement neutre. Sous l'action du champ, les porteurs de charges commencent par se mettre en mouvement organisé; quand leurs déplacements les amènent au contact de la paroi vitrée, ils viennent adhérer à cette dernière et se trouvent mis progressivement hors circulation, d'où l'arrêt du mouvement cellulaire primitif; les particules restantes constituent avec l'air un mélange homogène. Si cette explication est exacte, il doit suffire de supprimer le champ électrique pour que les porteurs de charges tendent à se mélanger à nouveau. Effectivement on observe alors comme dans une couche d'huile isolante, la réapparition instantanée des tourbillons, ce mouvement cessant à mesure que l'équilibre électrique se rétablit. Ainsi, les circulations électroconvectives ne sont pas seulement visualisées par la fumée de tabac, mais créées par les porteurs de charges; il suffit en effet de précipiter ces derniers par

([3]) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 750.

une arrivée d'air humide pour que les circulations électroconvectives ne se produisent plus dans la couche de fumée devenue neutre par l'humidité.

III. M. M. Luntz ([4]) a récemment signalé la production des tourbillons électroconvectifs permanents dans l'air. Il m'a été impossible d'obtenir cette permanence; peut-être existait-il dans les expériences de l'auteur une cause d'ionisation permanente non signalée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *La propionylation des naphtols en milieu pyridinique.* Note de M. **Alfred Léman**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons étudié récemment l'action, en milieu pyridinique, de l'anhydride acétique sur les naphtols α et β, et sur les dihydroxynaphtalènes, notamment le dihydroxy-1.7, et constaté que l'acétylation est très rapide même à froid ([1]). Nous avons ensuite recherché l'action de l'anhydride benzoïque sur les mêmes dérivés et nous avons trouvé que la benzoylation est d'une part beaucoup plus lente que l'acétylation et d'autre part plus complète en β qu'en α ([2]).

Nous avons alors résolu de comparer l'action d'estérification de l'anhydride propionique, toujours en milieu pyridinique, à celle des anhydrides acétique et benzoïque, et éventuellement de déterminer les conditions de dosage de la fonction naphtol par l'anhydride propionique.

A cet effet, nous utilisons un mélange propionylant formé de volumes égaux d'anhydride et de pyridine. A une prise d'essai, soit de naphtol α ou β (1/100e mol), soit de dihydroxy-1.7 naphtalène ou d'acide dihydroxy-1-7 naphtalène-sulfonique-3, c'est-à-dire l'acide *Dioxy G* (1/200e mol), nous ajoutons 5^{cm^3} de mélange propionylant, et nous laissons réagir à des températures et pendant des temps variables. L'excès d'anhydride pour la propionylation complète est d'environ 90 %.

La réaction se poursuit normalement, sauf dans le cas de l'acide sulfonique. Alors que les autres dérivés se dissolvent immédiatement, celui-ci est peu soluble; aussi avons-nous agité fréquemment afin d'assurer un contact aussi intime que possible avec l'anhydride.

([4]) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1886.

([1]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 579-581; *Ann. de Chimie*, 11e série, **9**, 1938, p. 386-391.

([2]) *Ann. de Chimie, ibid.*, p. 414-421.

A la fin de la réaction nous décomposons l'excès d'anhydride par l'eau : pour cela nous ajoutons 50^{cm^3} d'eau chaude et portons à 100° pendant 15 minutes.

Le dosage de l'acide propionique par une solution normale de HOK en présence de phénolphtaléine s'est effectué sans difficulté dans le cas des naphtols et du dihydroxy-1.7 naphtalène. Nous avons contrôlé le virage de la liqueur d'abord par le virage à la touche sur papier à la phénolphtaléine en observant la coloration fortement rosée et persistante, et finalement par un dosage en retour. Dans le cas du Dioxy G au contraire, la liqueur fortement colorée à cause de la présence du Dioxy G non estérifié ne laisse apercevoir nettement aucun virage; seul le virage à la touche permet de connaître la fin de la neutralisation, et encore est-il assez difficile à observer avec précision, la solution de Dioxy G communiquant au papier une coloration plus ou moins orangée.

Nous indiquons ici les taux de propionylation que nous avons obtenus :

	100°			50°			35°	18°
Minutes	60.	15.	0 (*).	60.	15.	0.	15.	15.
α-Naphtol	99,8	100,4	98,9	99,6	98,8	99,9	100,1	99,1
β-Naphtol	99,75	–	97,2	98,7	100,1	99,8	99,3	–
Dihydroxy-1.7	97,3	97,3	–	–	95,7	–	97,5	98,35
Dioxy G	18,2	–	–	–	–	–	15,5	5,1

(*) En faisant agir le mélange propionylant sur le dérivé en présence de 50^{cm^3} d'eau.

Ces résultats amènent les constatations suivantes :

Dans le cas des naphtols α et β, la propionylation par l'action de l'anhydride propionique en milieu pyridinique est complète, non seulement à 100° pendant 60 minutes, mais même après un simple chauffage de 15 minutes à 50° ou 35°; le taux d'estérification est de 100 % aux erreurs d'expérience près; à froid, elle est à peine moins complète. On retrouve le résultat obtenu dans l'acétylation à l'aide d'un mélange acétylant formé de volumes égaux d'anhydride acétique et de pyridine.

En présence d'eau, au contraire, (essais à 0 minute) on trouve une différence essentielle entre les deux actions. Alors que le taux d'acétylation était très faible, de l'ordre de 10 à 15 % ([3]), nous avons obtenu ici un taux de propionylation d'environ 98 % à 100° et de 100 % à 50°; l'anhydride propionique agit donc plus rapidement sur les naphtols que sur l'eau.

([3]) *Ann. de Chimie*, *ibid.*, p. 391.

Dans le cas du dihydroxy-1.7 *naphtalène*, le taux de propionylation est sensiblement le même, de 97 à 98 %, que l'on opère à froid ou à des températures s'élevant jusqu'à 100°. Il égale le taux d'acétylation à température élevée (90 et 100°), mais le dépasse nettement à température plus basse : de 6 % à 50°, de 11 % à 35° et de 16 % à température ordinaire.

Dans le cas de l'acide dihydroxy-1.7 *naphtalène-sulfonique*-3, le taux de propionylation est très faible et, même dans l'action à 100° pendant 60 minutes, ne correspond pas à l'estérification d'une seule des deux fonctions naphtol.

Conclusions. — 1° Comme dans le cas de l'acétylation, la propionylation pyridinique des naphtols α et β est rapidement complète, même à température ordinaire. Nous avons ainsi déterminé une nouvelle méthode de dosage de la fonction naphtol.

2° La propionylation pyridinique du dihydroxy-1.7 naphtalène est presque complète, à 2 % près. Cette réaction peut servir au dosage approché des dérivés à deux fonctions naphtol avec une précision plus grande que dans l'acétylation pyridinique, mais un peu moindre que dans la benzoylation pyridinique.

3° Contrairement à l'acétylation, la propionylation pyridinique des naphtols peut s'effectuer facilement en présence d'eau.

4° Le dosage des acides sulfoniques dérivés des naphtols ne peut être réalisé par la propionylation pyridinique, le taux d'estérification étant beaucoup trop faible pour servir de base à une méthode de dosage.

PHYSIOLOGIE. — *Léthargie obtenue chez le Rat par la dépression barométrique*. Note de M. **Jean Giaja**, présentée par M. Paul Portier.

La dépression barométrique expérimentale entrave la thermorégulation chimique, aussi, lorsque l'homéotherme est exposé dans une enceinte raréfiée à des températures notablement inférieures à sa neutralité thermique, il se refroidit, en rapport avec la dépression barométrique et la température ambiante. S'il s'agit d'un hibernant, le Spermophile (*Citellus citellus*) par exemple, soumis à une dépression progressive atteignant 210^{mm} de Hg en quelques heures, la température ambiante étant de 13° et l'acide carbonique étant absorbé au fur et à mesure de sa production, l'animal refroidi s'endort et reste à l'état léthargique avec toutes les caractéristiques du sommeil hivernal (consommation d'oxygène très faible, mouvements

respiratoires très espacés) lorsqu'il se retrouve à l'air libre à une température propice au sommeil hivernal. Paul Bert avait déjà montré qu'un autre hibernant, le Lérot, s'engourdit lorsqu'il est placé dans une cloche dont l'oxygène s'épuise fort lentement.

Que se passera-t-il si l'on expose dans les mêmes conditions un non-hibernant, le Rat par exemple, à l'action progressive et prolongée de la dépression barométrique à des températures inférieures à sa neutralité thermique ? On admet depuis longtemps (Claude Bernard) que l'animal se refroidit dans ces conditions, que toutes ses fonctions se ralentissent et que la mort survient dès que l'hypothermie a atteint une certaine valeur (température de 20° environ chez le Rat). Cependant, comme nous allons le voir, on peut obtenir chez cet animal, en prenant certaines précautions, une hypothermie plus profonde suivie d'un état de torpeur très semblable au sommeil des hibernants.

Un Rat adulte est placé dans notre appareil permettant la mesure des échanges respiratoires sous différentes pressions barométriques, la température de la chambre respiratoire étant de 13°. La dépression est progressivement accentuée pour atteindre 230^{mm} de Hg au bout de trois heures. Après une demi-heure de séjour à cette dépression, la consommation d'oxygène de l'animal atteint une valeur inférieure au cinquième de la consommation du début de l'expérience lorsque la pression barométrique était normale, puis elle continue à baisser rapidement pendant les minutes qui suivent, pour devenir bientôt inappréciable. A ce moment l'animal est sorti de l'appareil, sa température prise dans le rectum est de 13°. Comme il ne donne aucun signe de vie, on le croit mort. Cependant, on s'aperçoit bientôt qu'il produit un mouvement respiratoire toutes les trois minutes environ. Il reste dans cet état pendant deux heures, la température ambiante étant de 13°. Soumis alors à un courant d'air chaud, sa température est au bout d'un quart d'heure de 21° et le nombre de mouvements respiratoires de 11 par minute; après un nouveau quart d'heure sa température est de 23° et les mouvements respiratoires ont atteint le nombre de 60. Placé à ce moment dans l'appareil à mesurer les échanges respiratoires, il accuse une consommation élevée d'oxygène. Le lendemain et les jours suivants l'animal a un aspect tout à fait normal.

Cette expérience a été répétée plusieurs fois avec d'autres individus et les résultats furent semblables. Une des conditions de la réussite est l'établissement lent et progressif de la dépression, de façon à permettre à l'animal de se refroidir parallèlement à l'accroissement de la dépression,

sans quoi il succombe à l'asphyxie si la dépression a atteint une certaine valeur avant que l'hypothermie n'ait atteint une profondeur correspondante. Ensuite, la dépression finale doit être maintenue tant que la respiration n'est pas fortement ralentie. Lorsque la torpeur est profonde, le réflexe cornéen est négatif, puis il réapparaît avant le réveil. Ajoutons enfin que lorsqu'on ouvre la cage thoracique d'un Rat en torpeur, son cœur continue longtemps à battre d'un rythme ralenti, tout comme le cœur d'un animal à sang froid.

En résumé, en entravant la thermorégulation chimique par une dépression barométrique lentement progressive, la température ambiante étant notablement inférieure à la neutralité thermique, on produit chez le Rat, lorsque sa température est tombée au-dessous de 15°, un état de torpeur semblable au sommeil des animaux hibernants : respiration lente, consommation d'oxygène extrêmement faible, cœur continuant à battre après l'ouverture du thorax.

IMMUNOLOGIE. — *Propriétés des suspensions préparées à partir d'une lésion dermique consécutive à l'injection de virus vaccinal.* Note de M. **Jean Vieuchange**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Dans un travail précédent sur l'origine des anticorps neutralisants, nous avons montré, en collaboration avec F. Galli (1), qu'il est possible de mettre en évidence la présence de ces anticorps dans la lésion provoquée par l'inoculation intradermique de virus vaccinal chez le Lapin. Plus récemment, nous avons fait des constatations similaires, en étudiant le tissu cérébral d'animaux morts d'encéphalite vaccinale (2). Au cours de ces diverses expériences, nous avons utilisé une méthode qui consistait à séparer les anticorps du virus par filtration et à étudier ensuite le pouvoir neutralisant du filtrat à l'égard d'une suspension virulente de titre connu.

Nous avons essayé de mettre en évidence la présence des anticorps par une autre méthode. Si l'on admet que la lésion vaccinale contient des anticorps, une suspension préparée à partir de cette lésion doit être

(1) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 2031.
(2) *C. R. Soc. Biol.*, **131**, 1939, séance du 16 décembre.

considérée comme un mélange de virus et d'anticorps. Nous nous sommes demandé si, en utilisant de fortes concentrations de tissu, on réussirait à obtenir un mélange dans lequel les proportions de virus et d'anticorps seraient telles que l'action neutralisante pourrait se manisfester.

Nous avons effectué nos recherches sur la papule cutanée vaccinale, provoquée par l'injection intradermique de neurovaccin, chez le Lapin. La lésion était prélevée sur l'animal sacrifié par saignée totale, le quatrième jour après l'inoculation.

Technique. — La lésion cutanée, après avoir été pesée ($2^g,50$), a été finement fragmentée aux ciseaux, triturée au mortier, puis suspendue dans $7^{cm^3},50$ d'eau physiologique. Après une centrifugation de cinq minutes, on a recueilli le liquide surnageant (= *Suspension originelle* à 1/4). On a préparé une série de dilutions dans l'eau physiologique, de manière à avoir les concentrations suivantes, en poids de tissus :

1/4 (= originelle), 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512, 1/1024, 1/2048.

La virulence de ces diverses dilutions a été appréciée par inoculation intradermique sur deux lapins.

Dans l'expérience témoin, une partie de la même suspension originelle a été centrifugée pendant 30 minutes. Le liquide surnageant a été rejeté et le culot repris dans un volume d'eau physiologique égal au volume initial (= *virus lavé* à 1/4). Pour pouvoir comparer, sur le même lapin-test, l'action de la *suspension originelle* et celle du *virus lavé*, on a choisi les cinq concentrations

1/4, 1/16, 1/64, 1/256, 1/1024.

Résultats et conclusions. — Les suspensions préparées à partir d'une lésion cutanée consécutive à l'inoculation intradermique de virus vaccinal ont des propriétés qui varient selon la concentration à laquelle elles sont injectées. Aux fortes concentrations (1/4, 1/8, 1/16 en poids de tissu), elles provoquent, chez le Lapin, en injection intradermique, le développement de lésions d'une évolution particulière : précocité de leur apparition, brièveté de leur durée, guérison complète du 6e au 8e jour; en somme, réaction précoce et accélérée.

Cette évolution ne ressemble pas à celle des papules provoquées par l'inoculation de suspensions dont le taux est inférieur à 1/128, en poids de tissu : dans ce cas, la lésion atteint moins rapidement son acmé (le 4e ou le 5e jour); l'évolution est plus longue; la guérison survient rarement avant le 20e jour.

Aux concentrations intermédiaires, 1/32 et 1/64, correspondent des réactions dont le type forme transition entre ces deux extrêmes.

Les suspensions de virus lavé, quel que soit leur taux, ne provoquent pas, par inoculation intradermique, l'apparition de papules à évolution accélérée. L'intensité des lésions reste proportionnelle à la teneur des suspensions en virus.

Le phénomène d'évolution accélérée est donc dû à la présence d'un facteur différent du virus, dans le matériel inoculé. Ce facteur paraît devoir être identifié avec les anticorps neutralisants.

Sans développer ici toutes les conclusions que suggèrent ces premières constatations, nous tenons à souligner la ressemblance qui existe, au point de vue de leur mode d'évolution, entre les lésions provoquées par les fortes concentrations de tissu injecté et celles que von Pirquet a qualifiées d'allergiques.

La séance est levée à 15h40m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 27 décembre 1939.)

Note de MM. *J.-André Thomas*, Un autodistributeur de vide et de gaz comprimés, pour usage physiologique ou d'autres applications :

Page 1010, note (1), ajouter *ibid.*, 15, 1939, p. 432-441.

Page 1011, ligne 23, *au lieu de* bypasse constituée, *lire* bypasse T by constituée; ligne 2 de la note, *au lieu de* moteur silencieux 1/2 CV, *lire* moteur silencieux de 1/2 CV.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Torsten Carleman**, Membre de l'Académie des Sciences de Stockholm, qui assiste à la séance.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Cultures de l'*Odontites rubra *Pers. dans lesquelles l'hôte naturel est remplacé par un milieu sucré.* Note de M. **Marin Molliard**.

Il y aura bientôt un siècle que Decaisne (¹) a découvert l'existence, dans le groupe des Rhinanthées, de plantes capables de vivre aux dépens du gaz carbonique de l'air, grâce à la chlorophylle dont elles sont pourvues, et aux dépens de certaines matières organiques empruntées à des hôtes assez variés (souvent des Graminées) par le jeu des suçoirs que présentent leurs racines. De nombreuses recherches ont été faites depuis en vue de préciser cette importante notion du *semi-parasitisme* et d'établir la part revenant à chacun des deux modes de nutrition qui se trouvent ainsi associés dans un même végétal; ce sont les faits acquis à ce sujet relativement à l'*Odontites rubra,* espèce que j'ai particulièrement en vue dans cette Note, que je rappellerai brièvement.

C. Heinricher (²) a pu établir que les graines de cette Rhinanthée sont susceptibles de germer en l'absence de toute plante hospitalière et de présenter assez longtemps une vie indépendante; mais, si l'on vient à ensemencer en même temps les graines d'*Odontites* et celles de l'un de ses hôtes

---

(¹) *Comptes rendus*, 25, 1847, p. 55.

(²) *Jahr. f. wiss. Bot.,* 32, 1898, p. 389.

naturels, le *Poa nemoralis*, on constate que certaines germinations de la Rhinanthée prennent nettement le pas sur les autres, et il est aisé de constater qu'elles correspondent aux individus munis de suçoirs qui ont pénétré dans les racines du *Poa*; ces individus sont d'ailleurs les seuls à produire des fleurs; la comparaison des deux sortes de plantes permet, dans une certaine mesure, d'évaluer la part qui revient au parasitisme dans le développement de l'espèce envisagée.

De son côté, Ed. Heckel ([3]) rapporte d'intéressantes observations effectuées sur une importante station de l'*Odontites rubra* à Gimel (canton de Vaud). Les individus se trouvaient présenter deux aspects très différents; les pieds les plus nombreux étaient couleur lie de vin et présentaient une abondante ramification; 4 à 5 % des individus se distinguaient par une coloration vert clair, une ramification peu accentuée et une floraison pour le moins tardive. Or les plantes de la première catégorie avaient leurs radicelles garnies de suçoirs implantés dans les racines de Graminées, les autres étaient dépourvues de telles productions; on était en présence de plantes présentant, suivant l'abondance de leurs suçoirs, tous les degrés dans le parasitisme, et ainsi se trouvaient confirmées les vues d'Ad. Chatin qui admettait pour les *Odontites* un parasitisme facultatif.

La variété même des espèces qui servent d'hôtes à une même Rhinanthée empêche déjà de penser qu'on se trouve en présence d'une adaptation parasitaire très étroite; les substances soustraites à l'hôte ne doivent rien avoir que de très banal, et cette idée m'a conduit à rechercher s'il ne serait pas possible de remplacer les matériaux empruntés aux hôtes par un sucre tel que le saccharose; j'ai procédé en conséquence à une série de cultures aseptiques de l'*Odontites rubra* sur la solution minérale de Knop gélosée, avec ou sans addition de saccharose fourni à la concentration de 5 %.

Les graines, stérilisées aisément par l'eau oxygénée, ont été ensemencées au mois de février suivant leur récolte et ont germé en grand nombre au bout de 2 mois; certaines cependant n'ont donné naissance à de jeunes plantes qu'un an après leur semis; les individus obtenus l'année même de l'ensemencement se comportent très différemment suivant qu'ils se développent sur le milieu purement minéral ou sur le milieu sucré; je me contenterai de comparer ces plantes à la date du 15 septembre. Sur milieu minéral les plantes sont relativement petites, leurs feuilles ont une teinte vert franc et se détachent facilement de la tige quand on vient à sortir celle-ci du vase où elle se développe; la longueur de la tige ne dépasse

([3]) *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 56, 1909, p. 469.

pas 10^{cm}, mais reste souvent inférieure à cette taille; la tige présente une très légère teinte lie de vin qu'on retrouve sur les racines dont la longueur est d'environ de 4^{cm}; on peut évaluer à 40^{mg} le poids moyen de tels échantillons desséchés en herbier.

En présence de saccharose le développement est beaucoup plus important; tiges et racines sont plus grandes (tiges $= 25^{cm}$, racines $= 6^{cm}$) et le poids des échantillons, desséchés à la température ordinaire, atteint 170^{mg}. Les feuilles, plus nombreuses, ont une coloration d'un violet foncé qu'on retrouve sur toute la tige; les racines ont, dans leur région la plus jeune, la teinte verte de la chlorophylle, pour devenir, elles aussi, d'un violet foncé anthocyanique dans leurs parties les plus âgées; mais surtout on obtient en milieu sucré des plantes dont les fleurs sont nombreuses et bien développées, alors qu'en milieu minéral, les plantes étant exposées à la même intensité lumineuse, on ne parvient jamais à ce stade évolutif.

On peut donc, lorsque la plante vit d'une manière exclusivement autotrophe, mesurer directement l'assimilation chlorophyllienne par le poids des individus obtenus; quand, par addition de saccharose, la plante vient à présenter en surplus une vie saprophytique, on peut en apprécier l'importance par l'augmentation de poids qu'elle détermine par rapport aux échantillons obtenus, dans le même temps, en milieu minéral.

Nous avons pu remplacer, dans nos cultures, l'action des substances puisées par les suçoirs du parasite dans l'hôte naturel par celle du sucre fourni directement, et nous avons pu réaliser, pour une même espèce, les deux types morphologiques observés par Heckel dans la station de Gimel; on retrouve en effet, en milieu minéral, la forme à feuilles vertes, non parasite, et, en milieu sucré, la forme à teinte lie de vin, munie de suçoirs et capable de fleurir.

GÉOLOGIE. — *Sur le diastrophisme alpin.*
Note (1) de MM. **Maurice Lugeon** et **Daniel Schneegans**.

Au fur et à mesure que la connaissance des Alpes a progressé, les géologues ont cherché quels mécanismes pouvaient avoir créé le grand édifice. Nous n'avons pas à exposer ici l'historique des hypothèses successives; mais, pour situer la présente Note, il est utile de faire quelques rappels.

Dès le début des recherches, la vue de grands plissements fit admettre

(1) Séance du 8 janvier 1940.

l'existence d'une force tangentielle, et Élie de Beaumont cherchait l'énergie nécessaire dans le refroidissement du globe. Cette conception subsista jusqu'au jour où la découverte des grandes nappes de recouvrement, puis l'idée de la dérive continentale, lui portèrent un coup mortel.

Les premières grandes nappes reconnues ont été celles du bord frontal alpin, soit dans l'Ubaye, soit dans les Préalpes romandes. Plus tard, on définit les nappes helvétiques, puis les nappes dites penniques.

Pour les premières nappes, frontales, du fait qu'elles reposaient sur des surfaces inclinées vers l'avant-pays, la cause de leur mise en place fut cherchée, sans que le mot soit prononcé, dans une descente par *gravité*. C'est H. Schardt qui émit tout d'abord cette hypothèse, ensuite l'un des auteurs de cette Note (M. L.), dans son Mémoire sur la Région de la Brèche du Chablais. Toutes les nappes frontales étaient expliquées alors par une tectonique de glissement. On supposait un bombement général de la zone centrale alpine, que l'on croyait construite en éventail enraciné, éventail du sommet ou des flancs duquel se seraient décollées les masses considérables des nappes. Cette hypothèse fut ensuite oubliée par les géologues alpins; on préféra faire intervenir le jeu de poussées latérales, écrasant le géosynclinal primitif.

L'étude de plus en plus détaillée des régions internes des Alpes a montré comment, dans le sein d'une vaste mer, s'étaient élaborés des plis prémonitoires, longtemps avant l'entrée en action de la phase paroxymale.

Il nous paraît aujourd'hui, grâce à la connaissance progressivement précisée de l'architecture des Alpes françaises et suisses, que l'on peut proposer un nouvel essai de synthèse du diastrophisme alpin.

Il est hors de doute que les Alpides constituent, en Europe tout au moins, un édifice exceptionnel. Ce que nous allons dire n'intéresse donc que les Alpes.

L'écrasement dû à une poussée venue du Sud ne saurait être discuté. On en a la preuve dans le redressement et même le renversement des racines des nappes internes. Les nappes penniques, dans leur ensemble, seraient le résultat de cette même poussée, de cette marche vers le Nord, du socle profond des Dinarides.

Mais les Alpes sont comprises dans le cadre de la grande chaîne hercynienne. Tous les sédiments *neufs* qui participent aux Alpes se sont déposés sur un socle formé par les vieux sédiments hercyniens et leurs masses granitiques. Tout d'abord, ces sédiments neufs n'ont été entraînés dans le plissement qu'en raison de leur solidarité avec le socle fendu en écailles sous l'effet des poussées tangentielles. C'est dire que les cordillères du

stade embryonnaire des Alpes ne seraient que l'enveloppe de sédiments neufs, s'adaptant comme une étoffe, étalée sur un plancher qui se briserait en coins et dont chaque élément brisé, séparé des autres, se déplacerait vers l'avant, en montant. Puis, les sédiments neufs compris entre les cordillères, écrasés par suite du rapprochement des coins internes qui cherchaient à monter sur les coins externes, formaient un trop-plein qui ne pouvait s'évacuer que vers l'avant, au-dessus du coin le plus extérieur.

Si ces diverses actions sont difficiles à reconnaître dans les masses internes des Alpes, tant les discordances anciennes ont été effacées, il est par contre plus aisé de les reconstituer dans les régions externes, où les masses glissées ont pu s'étaler plus librement et échapper au métamorphisme.

Les écailles les plus extérieures, dans celles qui sont formées de matériel hercynien, constituent aujourd'hui les hautes faîtières, qui, localement couvertes, s'allongent du Mercantour au Gothard et auxquelles Gignoux, reprenant un terme ancien, donne le nom de chaîne vindélicienne.

Les masses de matériaux neufs, particulièrement épaisses sur le talus du continent, ont été comprimées, par le jeu des cordillères internes, glissant elles-mêmes sur les coins profonds en marche vers l'extérieur. Tout l'ensemble s'est alors, à cause de la poussée, surélevé sur lui-même. Ainsi, il y a eu accumulation de matière, en particulier dans les Alpes françaises, où d'énormes dépôts de Flysch exerçaient une pesée considérable.

C'est alors que les masses se sont mises à glisser vers l'avant-pays. On remarque, en effet, que toutes les nappes bordières, de l'Embrunais jusqu'au Rhin des Grisons, reposent sur des surfaces inclinées vers l'avant-pays. Elles sont parfois remontantes, dans leur front extrême, en raison des compressions internes.

Et ainsi, pour les nappes extérieures, qui s'étendent transversalement sur des dizaines de kilomètres, s'appliquerait l'hypothèse du glissement, formulée jadis par l'un d'entre nous (M. L.), et reprise ces temps derniers par Gignoux et Moret et l'un d'entre nous (D. S.) sous l'expression de tectonique d'écoulement.

Cette tectonique d'écoulement ou de glissement explique un grand nombre de dispositions géométriques actuelles, en particulier le tronçonnement des assises calcaires comprises dans des séries schisteuses, celles-ci plus plastiques et se prêtant donc mieux au glissement; elle permet de comprendre l'isolement de grandes masses calcaires détachées, par traction, de leurs racines originelles; elle explique aussi la forme en feston, en guirlande, du front des nappes, chacun de ces festons n'étant que le front

d'un glissement partiel, cherchant à remplir des zones d'ennoyage du tréfond; elle permet encore d'admettre, sur ces masses glissantes, en grande partie exondées, des érosions pendant leur marche, érosions détruisant des séries et faisant chevaucher sur leur soubassement d'autres nappes glissées, etc.

Il faut remarquer que, dans de nombreuses nappes extérieures issues de l'arrière-pays de la chaîne vindélicienne, les racines sont parfois très redressées. Ce phénomène ne peut s'expliquer que par l'affaissement ultérieur, par isostasie, de la région interne des Alpes. Ainsi tombe une objection importante, possible à notre manière de voir.

En résumé, les Alpes seraient à la fois le résultat d'une tectonique due à l'avancée vers le Nord de la masse africaine, s'écaillant en affrontant le socle rigide de l'Europe moyenne, et de grands glissements, s'exécutant sur la surface, inclinée vers l'extérieur, des éléments du socle ancien.

M. **P. Fourmarier** fait hommage à l'Académie de l'Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre *Hydrogéologie. Introduction à l'étude des eaux destinées à l'alimentation humaine et à l'industrie.*

M. **P. Lejay** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire, dont il a écrit la *Préface*, intitulé Observatoire de Zi-Ka-Wei. *Le pendule élastique inversé. Son application au nivellement des instruments astronomiques. Quelques essais,* par le P. M. Burgaud S. J., Directeur du Service de l'Heure.

CORRESPONDANCE.

ARITHMÉTIQUE. — *Points exceptionnels d'une cubique de Weierstrass.* Note de M. **François Châtelet**, présentée par M. Gaston Julia.

Dans l'étude d'une cubique de Weierstrass C

$$y^2 = x^3 - Ax - B, \qquad (4A^3 - 27B^2 \neq 0),$$

on définit la composition de deux points de C. Par rapport à cette composition, les points de C dont les coordonnées sont des nombres d'un corps

algébrique fini k (contenant A et B) forment un groupe abélien $G(C, k)$. Les éléments d'ordre fini de ce groupe en constituent un sous-groupe fini $g(C, k)$, appelé groupe exceptionnel (ou des points exceptionnels) de C dans k.

Je voudrais indiquer ici comment une méthode utilisant des idées et des résultats dus à Mlle E. Lutz [1] permet de déterminer le groupe de $g(C, k)$ quand A et B sont entiers algébriques.

I. La méthode consiste à comparer $g(C, k)$ avec divers groupes abéliens $H_n(C, \mathfrak{p})$ définis en fonction d'un idéal premier $\mathfrak{p}$ (arbitraire) de k. La définition de ces groupes résulte de l'étude (faite par Mlle E. Lutz) de C dans l'extension $\mathfrak{p}$-adique de k et exige que A et B soient entiers algébriques.

Dans le cas le plus simple [$n = 0$; $2(4A^3 - 27B^2)$ non divisible par $\mathfrak{p}$] le groupe $H_0(C, \mathfrak{p})$ est le groupe des points de la courbe C dans le corps des restes, module $\mathfrak{p}$. Sans donner la définition générale des groupes H_n, j'indique seulement que leurs éléments sont les solutions d'un système de congruences, module $\mathfrak{p}$, et que leur calcul ne comporte qu'un nombre fini d'opérations sur des nombres entiers.

J'ai établi que, pour n assez grand (supérieur à l'ordre de ramification de $\mathfrak{p}$ dans k), le *groupe* $g(C, k)$ *est isomorphe holoédriquement à un des sous-groupes de* H_n.

II. Pour calculer les points de $g(C, k)$, j'utilise alors la remarque complémentaire suivante : les coordonnées des points de $g(C, k)$, dont l'ordre est diviseur de s, sont les solutions d'un système d'équations algébriques à coefficients dans k (problème de la division par s des périodes).

Je détermine l'ordre S du groupe H_n, où n est l'entier immédiatement supérieur à l'ordre de ramification de $\mathfrak{p}$ dans k; je forme le système correspondant à la division par S des périodes de C; je cherche des solutions de ce système qui sont dans k. *Elles donnent tous les points de* $g(C, k)$.

Ces calculs ne nécessitent qu'un nombre fini d'opérations sur des nombres entiers et constituent une méthode pratiquement utilisable pour déterminer les points et le groupe exceptionnels de C dans k. Le nombre des opérations nécessaires dépend évidemment du choix de $\mathfrak{p}$.

III. Le résultat précédent permet aussi d'établir des propriétés de coordonnées des points exceptionnels, envisagées comme idéaux principaux de k. J'ai obtenu notamment le résultat suivant :

---

[1] *J. f. Math.*, 177, 1937, p. 238-247.

L'ordonnée d'un point exceptionnel de C *dans* k *est le produit d'un idéal divisant* $2.(4A^3 - 27B^2)$ *par des idéaux premiers d'ordre de ramification supérieur à* 4.

Ce théorème comporte comme cas particuliers (degré de k inférieur à 5) des théorèmes dus à Nagell et Billing ([2]).

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur le théorème de Fermat.*

Note ([1]) de M. **Marc Krasner**, présentée par M. Jacques Hadamard.

J'avais montré ([2]) que, si le nombre de classes d'idéaux du corps K de $\rho = \sqrt[p]{2}$ (où p est un entier impair) est impair, l'équation

$$x^p + y^p + z^p = 0 \tag{1}$$

a une solution entière rationnelle (x, y, z) $(xyz \neq 0)$ telle que, z étant supposé pair et x, y impairs, $x \not\equiv y \pmod p$ si, et seulement si il existe un entier rationnel pair z et un entier rationnel impair $M (zM \neq 0)$ tels que $\alpha = z^2 - \rho^2 M$ soit le carré d'un nombre ξ de K (auquel cas $M = xy$).

Le seul point de la démonstration où intervenaient les hypothèses $z \equiv 0 \pmod 2$, $x \not\equiv y \pmod p$ était celui où l'on prouvait que, $(\alpha, \beta \mid \mathfrak{p})_2$ étant le symbole de restes normiques de M. Hilbert, on a

$$(\alpha, 1 - \rho \mid (\rho))_2 = -1,$$

si $z \not\equiv 0 \pmod 4$.

Je vais montrer ici que, dans les hypothèses $z \not\equiv 0 \pmod 2$, $x \not\equiv y \pmod p$, la supposition $M = xy \not\equiv 0 \pmod 4$ entraîne aussi $(\alpha, 1 - \rho \mid (\rho))_2 = -1$. Il est à remarquer que, dans les hypothèses faites, $\alpha \equiv 1 + 2\rho^2 \pmod 4$.

Pour cela prouvons d'abord deux lemmes :

Lemme 1. — *La contribution de* ρ *dans le conducteur de* $K(\sqrt{1-\rho})/K$ *est* 4. *La base du groupe de restes normiques* (mod 4) *congrus à* 1 (mod ρ) *de* $K(\sqrt{1-\rho})/K$ *est* $(\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_{2p-2})$, *où*, $[a]$ *désignant la partie entière d'un nombre réel* a,

$$\pi_i = 1 + \rho^i + \rho^{p+[i/2]}.$$

([2]) T. Nagell, *Vid. Akad. Skrifter*, Oslo, **1**, 1935, p. 75; G. Billing, *Nova Acta Soc. Sci. Upsal.*, **11**, IV, 1938, p. 120.

([1]) Séance du 8 janvier 1940.

([2]) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1618.

Démonstration. — Puisque $(1-\rho)-1=-\rho$ est d'ordre 1 en (ρ), la contribution de (ρ) dans le conducteur de $K(\sqrt{1-\rho})/K$ est la même que dans [3] $\rho 2^{2:(2-1)}\rho^{-1}=4$, donc est $(4)=(\rho)^{2p}$, et (ρ) est complètement ramifié d'ordre $2\equiv 0\ (\mathrm{mod}(\rho))$ dans $K(\sqrt{1-\rho})/K$. Par suite, A_0 désignant le groupe des restes (mod 4) de tous les nombres congrus à 1 $[\mathrm{mod}(\rho)]$ de K, et H_0 désignant l'intersection avec A_0 du groupe de restes normiques (mod 4) de $K(\sqrt{1-\rho})$ à K, on a $(A_0 : H_0)=2$.

Or, N(...) désignant, d'une manière générale, une norme prise de $K(\sqrt{1-\rho})$ à K, on a

$$N(1+\rho^i)=(1+\rho^i)^2=1+\rho^{2i}+2\rho^i=1+2\rho^i+\rho^{p+i}=\pi_{2i}\qquad(0<i\leqq p-1)$$

$$N(1+\rho^i[1-\sqrt{1-\rho}])=(1+\rho^i[1-\sqrt{1-\rho}])(1+\rho^i[1+\sqrt{1-\rho}])$$
$$=1+2\rho^i+\rho^{2i}[1-(\sqrt{1-\rho})^2]=1+\rho^{2i+1}+\rho^{p+i}=\pi_{2i+1}$$
$$(0\leqq i<p-1).$$

Donc H_0 contient le groupe $\overline{H}$ de la base $(\pi_1, \pi_2, \ldots, \pi_{2p-2})$. Comme $(A_0 : \overline{H})=2$, on a $H_0=\overline{H}$. C. Q. F. D.

LEMME 2. — *Un nombre de* K *de la forme* $\beta\equiv 1+2\sum_{q=1}^{j}\rho^{i_q}$ (mod 4) $(0<i_q<p)$ *est un reste normique* (mod 4) *de* $K(\sqrt{1-\rho})$ *à* K *si, et seulement si j est pair.*

Démonstration. — On a $\beta\equiv\prod_q(1+2\rho^{i_q})$ (mod 4). Posons

$$\beta'=\alpha\prod_q\pi_{p+i_q}\equiv\prod_q(1+2\rho^{i_q})(1+2\rho^{i_q}+2\rho^{[(p+i_q):2]})$$
$$\equiv\prod_q(1+2\rho^{[(p+i_q):2]})\equiv 1+2\sum_q\rho^{[(p+i_q):2]}\qquad(\mathrm{mod}\ 4).$$

Donc, si l'on pose $i'_q=[(p+i_q):2]$, ce qui entraîne $0<i_q\leqq i'_q<p$ et $i_q<i'_q$ si $i_q\neq p-1$, α est, en vertu du lemme 1, un reste normique (mod 4) de $K(\sqrt{1-\rho})$ à K si, et seulement si $1+2\sum_q\rho^{i'_q}\equiv\beta'$ (mod 4) l'est. En posant $i''_q=[(p+i'_q):2]$, $i'''_q=[(p+i''_q):2]$, ... et, en général, $i^{(s+1)}_q=[(p+i^{(s)}_q):2]$; on a, en répétant le même raisonnement, que α est un reste normique de $K(\sqrt{1-\rho})$ à K si, et seulement si, pour s aussi grand

---

[3] Le facteur $2^{2:(2-1)}$ est la valeur pour $p=2$, de la quantité $p^{p:(p-1)}$ qui intervient donc dans un théorème connu sur les idéaux premiers.

que l'on veut, $1+2\sum_q \rho^{i_q^{(s)}}$ l'est. Or, si $i_q^{(s)} \neq p-1$, on a

$$i_q < i'_q < i''_q < \ldots < i_q^{(s)} < p;$$

donc $i_q + s \leqq i_q^{(s)} < p$, ce qui est contradictoire si $s \geqq p-1$. Par suite, il existe un s tel que tous les $i_q^{(s)}$ $(q=1, \ldots, j)$ soient égaux à $p-1$. Mais alors (¹) $1+2\sum_{q=1}^{j} \rho^{i_q^{(s)}} = 1 + j.2\rho^{p-1}$ est un reste normique (mod 4) de $K(\sqrt{1-\rho})$ à K si, et seulement si j est pair, ce qui prouve le lemme.

Puisque $\alpha = z^2 - \rho^2 xy \equiv 1 + 2\rho^2 \pmod 4$, il est de la forme précédente avec $j=1$, $i_1 = 2$, donc n'est pas un reste normique (mod 4) de $K(\sqrt{1-\rho})/K$. Donc $(\alpha, 1-\rho \,|\, (\rho))_2 = (\alpha, K(\sqrt{1-\rho})/K \,|\, (\rho)) = -1$.

On démontre, comme dans ma Note citée, en se servant de la loi de réciprocité de restes quadratiques dans K, que $(\alpha, 1-\rho \,|\, (\rho))_2 = +1$. Il en résulte que l'hypothèse $M = xy \not\equiv 0 \pmod 4$ est inadmissible.

Mais, dès lors, on voit, comme dans la Note citée, que α est 2-primaire pour tout idéal premier de K. Donc $K(\sqrt{\alpha})/K$ est une extension non ramifiée. Par suite, si le nombre de classes d'idéaux de K est impair, $\sqrt{\alpha}$ est un nombre ξ de K; finalement, en réunissant les résultats de la Note citée et de la Note présente, on a

Si (x, y, z) *est une solution entière rationnelle première de l'équation* (1) *telle que* $x \not\equiv y \pmod p$ $(xyz \neq 0)$ *et si* $\alpha = z^2 - \rho^2 xy$, $K(\sqrt{\alpha})/K$ *est une extension non ramifiée et* $xyz \equiv 0 \pmod 4$.

En particulier, *si le nombre de classes d'idéaux de* K *est impair, l'équation* (1) *possède des solutions entières rationnelles* (x, y, z) *telles que* $xyz \neq 0$, *si, et seulement s'il existe deux entiers rationnels* z, M, $zM \neq 0$, *tels que* $z^2 - \rho^2 M$ *soit le carré d'un nombre* ξ *de* K.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Exemples de séries trigonométriques non sommables.* Note (¹) de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Émile Borel.

Le problème du calcul des coefficients d'une série trigonométrique convergente de somme donnée se ramène au problème plus général de trouver une fonction continue $F(\theta)$, connaissant sa dérivée seconde géné-

(¹) Séance du 8 janvier 1940.

ralisée $f(\theta)$ qui est liée à F par les relations

$$F(\theta+u)+F(\theta-u)-2F(u)=u^2R(\theta,u), \qquad \lim_{u=0} R(\theta,u)=f(\theta).$$

La fonctionnelle

$$V(F,x,y,z)=F(x)(z-y)+F(y)(x-z)+F(z)(y-x)$$

est déterminée par la connaissance de f, quels que soient x, y, z.

J'ai défini ([2]) un procédé de calcul de V à partir de f. Cette méthode est allégée par l'observation que $F(\theta)$ est résoluble et constitue une totale indéfinie de sa dérivée première $F'(\theta)$ existant sur une pleine épaisseur non dense.

I. Si $V(x,y,z)$ est connu sur un *intervalle cd* ou sur un ensemble *e partout dense* sur un ensemble *parfait* P (c'est-à-dire quels que soient x,y,z sur cd, sur e), la continuité de $F(\theta)$ permet par des *passages à la limite* de fonctions connues (*deuxième opération*) d'obtenir $V(x, y, z)$ sur le *segment cd, sur l'ensemble parfait* P. Si $V(x,y,z)$ est connu sur les deux segments $c\xi$, ξd séparément ($c<\xi<d$), la condition $\lim_{u=0} uR(\theta,u)=0$ donne par une autre espèce de *passage à la limite* (*troisième opération*) V sur cd. Convenons de dire que, K étant un ensemble fermé, le *problème contigu à* K est résolu si $V(F,x,y,z)$ a été calculé quels que soient x, y, z *sur un même intervalle contigu à* K. Les deuxième et troisième opérations, appliquées une infinité dénombrable de fois, permettent alors de résoudre le problème contigu au noyau parfait P de K.

P étant un ensemble parfait linéaire, appelons *segment isolant* de P un segment ρ limité à deux intervalles contigus de P, *portion isolée* la portion ϖ de P située sur ρ, *coefficient* (d'isolement) de ρ et de ϖ, le rapport à ρ du plus petit contigu bordant ρ; λ étant au moins égal à 1, soit $J(P,\lambda)$ la réunion des portions isolées de P de coefficient au moins égal à λ; $I(P,\lambda)=P-J(P,\lambda)$ est fermé. Soit

$$\Omega(P)=\Sigma I(P,\lambda), \qquad \Omega'(P)=\Pi J(P,\lambda)=P-\Omega(P).$$

L'indice de P est fini en tout point de Ω, infini en tout point de Ω'. Nous disons que P est de la *première sorte* si $P=I(P,\lambda)$ pour une certaine valeur de λ, de la *deuxième sorte* si $P=J(P,\lambda)$ quel que soit λ, de la *troisième sorte* si $\Omega(P)$ et $\Omega'(P)$ sont l'un et l'autre partout denses sur P.

([2]) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 653, 833, 903, 1218; **173**, 1921, p. 127.

A ces trois hypothèses correspondent, si le problème contigu à P, d'extrémités c, d est résolu, trois types d'*opérations*, la *première*, la *quatrième*, la *cinquième*, soit pour calculer $V(x, y, z)$ sur le segment cd, soit pour résoudre le problème contigu à un ensemble $S(P)$ fermé, inclus dans P et *non dense* sur P. D'où, par une suite dénombrable d'opérations, la détermination complète de $V(F, x, y, z)$.

II. Il est indispensable de montrer par des exemples que la recherche de la primitive seconde de la fonction $f(\theta)$ la plus générale développable en série trigonométrique exige l'emploi de toutes ces opérations.

(W) désignant une série Σu_n ou $\Sigma u_n(x)$, soit S_n la somme des n premiers termes de (W), et $\mu(W)$ ou $\mu(W, x)$ le maximum de $|S_n|$ pour toutes les valeurs de n. Soit $\Sigma\varepsilon_p$ ou $\Sigma\varepsilon_p(x)$ une série à termes positifs convergente, de somme ε ou $\varepsilon(x)$. Soit (W_p) ou $\Sigma u_{p.n}(x)\,(p=1, 2, \ldots)$ une suite de séries convergentes, $f_p(x)$ étant la somme de S_p. Supposons qu'à W_p corresponde un ensemble e_p, de façon que, *les* e_p *contenant un point* x *quelconque soient en nombre fini*, tandis que, *hors de* e_p, $\mu(W_p, x) < \varepsilon_p(x)$. Alors, quel que soit x, *la série obtenue en ajoutant colonne par colonne* (n constant) *les termes des séries* W_p *converge vers* $f(x)$. Ce principe, appliqué à des suites de séries trigonométriques $\mathcal{T}f_p$ de somme f_p, permet de réunir leurs singularités dans une même série $\mathcal{T}f$, de somme $f=\Sigma f_p$.

Soit e un *ensemble clairsemé* donné quelconque. Si la suite a_n décroissante tend vers zéro, et si $\Sigma a_n/n$ diverge, $\varphi(\theta)=\Sigma a_n \sin n\theta$ est non sommable. Soit θ_p la suite des points de e. *Il est possible de choisir les coefficients* α_p *de façon que la somme terme à terme des séries* $\mathcal{T}\alpha_p\varphi(\theta-\theta_p)$ *converge partout vers* $f(\theta)=\Sigma\alpha_p\varphi(\theta-\theta)$. Mais pour une telle fonction f, le calcul de $F(\theta)$ n'exige l'emploi que des trois premières opérations, répétées d'ailleurs jusqu'à tels ordres transfinis de fois que l'on a voulu se donner d'avance. L'intervention des quatrième et cinquième opérations sera nécessaire *si l'ensemble* P *des points de non-sommabilité de* f est *parfait* et *si* F *a une dérivée infinie aux extrémités de chaque intervalle contigu à* P.

Si $0 < d < \pi$, soient $\beta = d/4$, $\alpha = \beta e^{-\frac{1}{d}}$, $d' = \alpha^2/4$. Soit $h(x, d)$ de période 2π, égale à d/x pour $\alpha < |x| < \beta$, à 0 pour $|x| \leqq d'$ et $d \leqq |x| \leqq \pi$, à $d/2x$ pour $|x| = \alpha$ et $|x| = \beta$. Les c_1, c_2, ... désignant des constantes absolues, on a $\mu(\mathcal{T}h, x) < c_1|x|/d'$ si $|x| \leqq d'$ et $\mu < c_2 d/|x|$ si $d \leqq |x| \leqq \pi$. Posons $d_0 = d$. Soient α_n, β_n, d'_n attachés à d_n comme α, β, d' l'ont été à d, avec $d_n = d'_{n-1}/2$. Soit σ_n le segment $d_n d'_{n-1}$, σ_0 étant (d, π). La fonction $g(x, d) = \Sigma h(x, d_n)$ est développable trigonométriquement et $\mu(\mathcal{T}g, x) < c$ sur chacun des σ_n (et leurs symétriques par rapport à l'ori-

gine). Soit s un segment ab de longueur inférieure à π. Si $0 < \eta < 1/5$, soit $k(x, s, \eta) = g(x - a, \eta s) + g(x - b, \eta s)$; alors $\mu(\mathcal{C}k, x) < 2c$ 1° pour $x = a$, $x = b$; 2° sur une famille de segments $s_1^{(r)}$ intérieurs à s, s'accumulant aux points a et b sans contenir le milieu de s; 3° pour $a - \pi \leqq x \leqq a - \eta s$ et $b + \eta s \leqq x \leqq b + \pi$. Enfin la primitive de $\pm k$ est infinie du signe que l'on veut en a et b. On forme chacune des fonctions $k(x, s_1^{(r)}, \eta_1^{(r)})$, et ainsi indéfiniment. On combine comme plus haut par addition terme à terme toutes les séries $\mathcal{C}k_i^{(q)}$, affectées de coefficients constants α_i^q dont la série est absolument convergente. *Le résultat cherché est atteint.* On peut faire en sorte que P soit *épais en lui-même de la troisième sorte* ou au contraire mince et de la seconde sorte.

HYDRODYNAMIQUE ET GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Application de la théorie convective aux terrains polygonaux. Résultats de la mission au Spitzberg.* Note (1) de M. **Vsevolod Romanovsky**, présentée par M. Henri Villat.

J'ai été envoyé en mission scientifique au Spitzberg par la Caisse des Missions pour étudier les terrains polygonaux du point de vue physique et j'en ai rapporté des résultats intéressants que je résumerai dans cette Note.

Ces résultats m'ont permis d'émettre une théorie concernant ces formations polygonales basée sur la théorie convective. Pendant deux années, j'ai travaillé au laboratoire sous la direction de M. H. Bénard, afin d'étudier ces phénomènes à petite échelle (2).

Sur le terrain, je me suis donc appliqué à vérifier les bases de la théorie convective de H. Bénard (3) en opérant sur divers groupes de terrains polygonaux.

I. Des terrassements et des mensurations sur un très grand nombre de polygones de pierres ou cassures polygones m'ont permis d'affirmer que le rapport de la largeur du polygone à l'épaisseur de la couche turbulente est constant et égal sensiblement à 1,7. L'épaisseur de la couche turbulente est celle comprise entre la surface libre au milieu du polygone et la surface supérieure de la *tjäle* (4). Il est à remarquer que c'est ce même rapport que j'ai trouvé dans mes expériences de laboratoire à petite échelle.

(1) Séance du 8 janvier 1940.

(2) V. Romanovsky, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 621.

(3) *Thèse de doctorat*, 1901.

(4) V. Romanovsky, *Revue de Géophys. et de Géo. morphol.*, **12**, II, 1939, p. 315.

II. Des recherches dans la masse même des cellules polygones m'ont montré la disposition particulière des cailloux et pierres (*fig.* 1). Les pierres

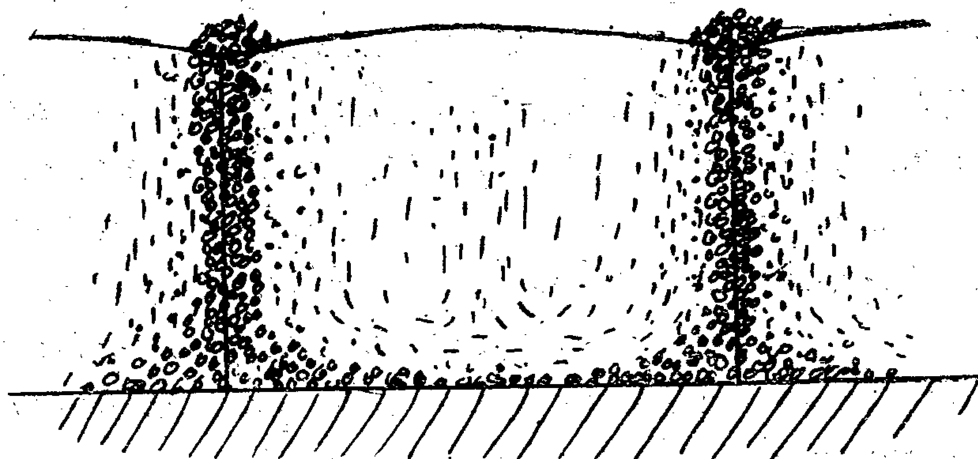


Fig. 1.

plates ou allongées se disposent de façon à dessiner des lignes de courant, et ces lignes de courant sont identiques à celles que l'on voit dans les hexagones convectifs de la théorie Bénard.

III. Une étude très minutieuse de la température a été faite grâce à des thermomètres plantoirs et à des thermomètres enregistreurs à longue tige.

Plus de cinquante polygones ont été prospectés dans toutes les formes des terrains polygonaux. A très peu de chose près, cette étude a donné des résultats identiques et a permis de tracer un réseau d'isothermes (*fig.* 2).

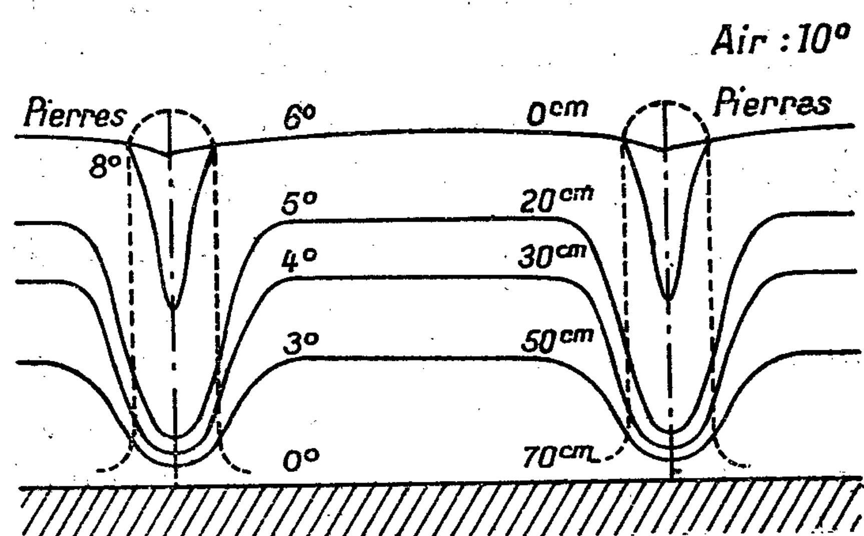


Fig. 2.

Ce réseau d'isothermes a une grande analogie avec celui que l'on trouve à petite échelle dans les tourbillons de convection des boues épaisses. Les températures ne sont certainement pas les mêmes, mais les écarts de température entre deux plans horizontaux sont identiques et la configuration générale des isothermes est également identique.

On peut donc dire que ce sont de véritables cellules convectives,

l'aspect extérieur de ces terrains polygonaux peut être très différent, mais leur origine est partout et toujours identique.

L'action poussante de la gelée, préconisée par Hogböm (*Bull. Géol. Upsala*, 1908-1909), s'exerce également dans le même sens que la convection et facilite le phénomène principal.

Il reste à connaître les constantes physiques du milieu tourbillonnaire, telles que chaleur spécifique, viscosité, densité, et à voir si la loi de Rayleigh (*Phil. Mag.*, 1916) peut s'appliquer. Des échantillons ont été rapportés à cet effet, et cette étude sera poursuivie.

ASTROPHYSIQUE. — *Résultats de recherches de spectrophotométrie stellaire.* Note de MM. **Daniel Barbier** et **Daniel Chalonge**, présentée par M. Charles Fabry.

Ces résultats concernent 204 étoiles, appartenant pour la plupart aux premiers types spectraux. Les observations, commencées il y a plusieurs années, ont été faites à la Station Scientifique Internationale du Jungfraujoch, en collaboration avec plusieurs autres personnes. Les résultats bruts des observations [1] ont été corrigés et ramenés à leur échelle la plus probable. Nous nous bornons à publier ici le tableau des valeurs moyennes des grandeurs (corrigées) qui caractérisent le spectre continu des étoiles normales [2] des premiers types spectraux. D est la grandeur de la discontinuité de Balmer et T_1 et T_2 sont les températures de couleur relatives aux domaines respectifs 4600-3700 Å et 3700-3150 Å. A côté des colonnes T_1 et T_2, nous donnons dans les colonnes φ_1 et φ_2 les valeurs moyennes de la fonction

$$\varphi = \frac{C_2}{T}\left(1 - e^{-\frac{C_2}{\lambda T}}\right)^{-1}$$

(dans laquelle $C_2 = 14320\,\mu$/degré) pour chacun des deux intervalles spectraux (c'est-à-dire que λ y est remplacé par $0{,}425\,\mu$ dans le premier, par $0{,}350\,\mu$ dans le second) : on sait que la fonction φ caractérise la répartition énergétique aussi bien que T et qu'elle est d'un emploi beaucoup

---

(1) Ces résultats bruts ont été publiés dans diverses revues : *Journal des Observateurs*, **19**, 1936, p. 149; *Annales d'Astrophysique*, **1**, 1938, p. 293, 402; **2**, 1939 (sous presse).

(2) C'est-à-dire à l'exclusion des supergéantes, des étoiles à émission et des étoiles anormalement rouges.

plus commode. Quant à la quantité $\Delta\varphi$, elle représente la discontinuité que subit la fonction φ lorsqu'on traverse la limite pratique de la série de Balmer de l'ultraviolet vers le visible.

Type spectral.	D.	T_1 (°K).	φ_1.	T_2 (°K).	φ_2.	$\Delta\varphi$.
Oe 5........	0,03	52000	0,57	29000	0,62	0,16
B o.........	0,04	28000	0,74	20000	0,78	0,12
B 1.........	0,07	28000	0,74	20000	0,78	0,12
B 2.........	0,11	29000	0,73	20000	0,78	0,16
B 3.........	0,17	25000	0,79	18000	0,86	0,16
B 5.........	0,25	18000	0,93	15000	1,02	0,17
B 8.........	0,33	21000	0,86	13500	1,10	0,32
B 9.........	0,36	18000	0,94	13000	1,11	0,24
A o.........	0,47	16500	1,00	10500	1,39	0,45
A 2.........	0,44	13000	1,19	10000	1,44	0,31
A 3.........	0,42	11500	1,31	10000	1,43	0,17
A 5.........	0,39	11000	1,36	9500	1,53	0,22
F o.........	0,28	8600	1,70	8300	1,74	0,06
F 2.........	0,22	8400	1,74	9500	1,52	—0,29
gF 5........	0,24	7200	2,01	7800	1,84	—0,16
dF 5........	0,17	7200	2,01	8000	1,81	—0,24
dF 8........	0,11	6500	2,21	7300	1,97	—0,22

Étoiles normales. — Le *zéro de notre échelle* des T_1 (c'est-à-dire la température de couleur T_1 relative aux étoiles A o normales) est en excellent accord avec ceux des échelles de Kienle ([3]) et de Greaves, Davidson et Martin ([4]); de plus ces trois échelles coïncident dans toute leur étendue ([5]).

Les valeurs de T_2, qui sont déterminées pour la première fois, sont sans doute moins précises à partir du type F (vers les types plus avancés) par suite de la trop faible dispersion de notre spectrographe.

La quantité $\Delta\varphi$, qui caractérise la variation de la température de couleur lorsqu'on traverse la discontinuité de Balmer, est grossièrement égale, en valeur numérique, à D; les différences systématiques qui apparaissent entre les valeurs de $\Delta\varphi$ et celles de D dans le type F sont sans doute attribuables à l'erreur commise sur φ_2.

([3]) *Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften*, **16**, 1937, p. 437; une rectification est donnée dans une publication de Greaves, *Observatory*, **62**, 1939, p. 252.

([4]) *Monthly Notices*, **94**, 1934, p. 488.

([5]) Elles sont également d'accord avec les échelles de Jensen (*Astr. Nachrichten*, **248**, 1933, p. 217) et de R. C. Williams (*Publ. Michigan*, 7, 1939, p. 147).

Étoiles supergéantes. — Nous avons déjà montré qu'il existe une différence systématique entre le D des étoiles normales et celui des supergéantes ([6]). Il en est de même pour $\Delta\varphi$, si bien que l'égalité approchée $\Delta\varphi = D$ subsiste.

Pour les supergéantes des types antérieurs à F5, la température de couleur T_1 est la même que pour les étoiles normales de même type; au delà de F5, T_1 est plus faible pour les supergéantes.

Étoiles à émission. — Pour ces étoiles, D est plus petit que pour les étoiles normales et, dans le cas où l'émission est très forte, il peut même devenir négatif (discontinuité en émission). La différence entre la valeur mesurée de D et sa valeur normale correspondant aux étoiles de même type pourrait être prise comme mesure de l'émission.

La température de couleur varie avec la longueur d'onde : elle croît régulièrement du visible à l'extrémité ultraviolette du spectre ([7]), mais subit une brusque chute au passage de la discontinuité de Balmer.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Une nouvelle méthode d'étude des huiles de graissage et de leurs propriétés.* Note de M. **P. Lecomte du Noüy**, présentée par M. Maurice de Broglie.

Nous avons récemment fait construire et mis au point un instrument permettant la mesure de la tension superficielle, entièrement automatique et enregistreur. A notre connaissance, c'est le premier instrument de ce genre construit industriellement.

L'appareil effectue une mesure toutes les 4 minutes environ de façon pratiquement indéfinie et, l'appareil enregistreur n'étant relié au tensiomètre proprement dit que par un câble électrique, le tensiomètre peut être enfermé dans une enceinte étanche ou dans une étuve, à une distance quelconque de l'enregistreur.

Pour étudier les propriétés des huiles, nous avons employé la technique suivante : un verre de montre contenant 2 ou 3 cm^3 d'eau distillée est disposé sur la platine de l'appareil. La surface de l'eau est touchée au moyen d'une très mince tige de verre dont la pointe a été préalablement trempée dans l'huile à étudier. L'enregistrement montre une chute de la

([6]) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 895 et *Annales d'Astrophysique*, **2**, 1939 (sous presse).

([7]) Alors que, pour les étoiles normales, elle est indépendante de λ entre 3700 et 6500 Å.

tension de l'ordre de 6 à 12 dynes qui demeure ensuite constante. On effleure alors la surface polluée au moyen d'une autre tige de verre portant une trace d'acide oléique. L'appareil enregistre une chute importante, de 20 à 30 dynes. On laisse ensuite l'enregistrement se poursuivre pendant 2 ou 3 heures. Et l'on constate que la tension superficielle, basse au début, remonte peu à peu, en une courbe régulière.

Suivant la qualité de l'huile et sa nature, l'amplitude de la montée varie. Avec l'huile de vaseline, qui ne contient pas de groupes polaires, ne s'étale pas sur l'eau, et est une mauvaise huile de graissage, la remontée est nulle ou faible : de 3 à 5 dynes par exemple. Avec une bonne huile de moteur, la remontée peut, suivant les conditions de l'expérience, atteindre 15 et même 20 dynes, en 2 ou 3 heures.

Ce phénomène est vraisemblablement dû à l'adsorption des molécules hautement polaires de l'acide oléique par les molécules d'huile elles-mêmes. Si au lieu d'acide oléique on emploie une trace de suif, le phénomène est ralenti et l'équilibre n'est atteint qu'en 11 ou 12 heures.

J.-J. Trillat (1) a montré que la filtration, en fixant les molécules polaires d'une huile, lui retirait ses propriétés lubrifiantes. Jusqu'ici, seule la mesure de la tension interfaciale permettait de mettre ce phénomène en évidence. En employant la technique décrite plus haut, nous avons constaté qu'une bonne huile de moteur, qui donnait normalement lieu à une remontée de l'ordre de 15 à 20 dynes, perdait toutes ses qualités après filtrage sur 4 feuilles de papier filtre, et devenait à ce point de vue entièrement comparable à l'huile de vaseline, c'est-à-dire ne présentant aucune remontée ou une remontée inférieure à 10 dynes. Les courbes enregistrées sont extrêmement claires.

En somme ce phénomène s'apparente étroitement au *phénomène antagoniste* que nous avons décrit en 1922 (2).

---

(1) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 2134; **203**, 1936, p. 159; **207**, 1938, p. 291; *J. Ch. Phys.*, **33**, 1936, p. 742; *Rev. gén. Sciences*, **4**, 1937, p. 95; *Atti del X Congresso Int. di Chimica*, vol. II, 1939, p. 553 (Rome).

(2) *J. of Exp. Med.*, **36**, 1922, p. 115.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur le tube électronique à modulation de vitesse.* Note [1] de M. **Joseph Bethenod**, présentée par M. Louis de Broglie.

Divers travaux ont déjà été effectués sur la théorie du tube électronique à modulation de vitesse; le but de la présente Note est de les compléter sur certains points.

Supposons qu'un faisceau d'électrons à trajectoires rectilignes parallèles soit lancé normalement sur deux grilles planes, situées à une distance d l'une de l'autre, à la vitesse v_0. S'il existe un champ électrique $(V_0/d)\sin\omega t$ entre ces grilles, et si l'on suppose que la vitesse de l'électron est peu altérée par son passage entre les deux grilles, on trouve, d'après un calcul de M. R. Potier, que la vitesse v au droit de la seconde grille est de la forme

$$v = v_0 - 2\frac{V_0 e}{m\omega d}\sin\frac{\omega d}{2v_0}\sin\omega\left(t - \frac{d}{2v_0}\right), \tag{1}$$

en négligeant l'effet de la charge d'espace.

Moyennant une nouvelle origine des temps convenablement choisie, on peut écrire ainsi que la vitesse u à la sortie de la seconde grille est donnée par

$$u = v_0\left[1 + \delta\sin\omega\left(t - \frac{x}{v_0}\right)\right], \tag{2}$$

le taux de modulation δ se déduisant aisément de (1) et x étant la distance de l'électron à la seconde grille.

On remarquera ici que l'équation (2) ne comporte pas obligatoirement comme (1) l'approximation consistant à admettre que le déphasage dans le temps est x/v_0; cependant, la vitesse v dépendant du temps, une telle approximation, d'ailleurs assez légitime étant donné le degré d'approximation consenti, permet, dans la suite des calculs, d'éviter la résolution d'une équation implicite de forme assez compliquée.

Cela admis, on peut calculer directement le courant $i = \rho u$ par l'équation de continuité qui relie la vitesse u et la densité ρ

$$\frac{d\rho}{dt} + \frac{d(\rho v)}{dx} = 0,$$

---

[1] Séance du 8 janvier 1940.

qui peut être mise facilement sous la forme

$$(3) \qquad v_0 \frac{di}{dt} + v_0^2 \frac{di}{dx} = i \frac{du}{dt} = \delta\omega v_0 i \cos\omega\left(t - \frac{x}{v_0}\right),$$

compte tenu de ce qui précède.

Cette équation admet la solution

$$(4) \qquad i = i_0 e^{\frac{\omega\delta}{v_0} x \cos\omega\left(t - \frac{x}{v_0}\right)},$$

i_0 étant le courant au point $x = 0$.

On voit aisément que si le produit δx est suffisamment petit, on peut écrire approximativement

$$(5) \qquad i = i_0\left[1 + \frac{\omega\delta}{v_0} x\right] \cos\omega\left(t - \frac{x}{v_0}\right),$$

ce qui montre bien l'effet amplificateur de l'espace x parcouru par l'électron. Bien entendu, cet effet ne croît indéfiniment que dans les limites où les approximations ci-dessus sont admissibles.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'acide thiocyanique.* Note (¹) de MM. **Fernand Gallais** et **Daniel Voigt**, présentée par M. Paul Lebeau.

L'un de nous a montré antérieurement que les couples d'esters isomères de l'acide thiocyanique se distinguent très nettement par leur pouvoir rotatoire magnétique (²). La différence est si forte qu'on peut songer à l'utiliser pour déceler de façon plus générale sous quelle forme le radical thiocyanique existe à l'intérieur d'une molécule. Cette question ne se pose pas en effet seulement à propos des esters thiocyaniques, puisqu'il est établi qu'il existe des dérivés inorganiques des deux types : sels simples renfermant le radical thiocyanique; sels complexes renfermant le radical isothiocyanique [cobaltiisothiocyanates (³); mercuriisothiocyanates (²)].

On peut se demander, en particulier, quelle est la constitution de l'acide thiocyanique lui-même, qui est le plus souvent considéré comme l'acide

(¹) Séance du 3 janvier 1940.

(²) F. Gallais, *J. Chim. Phys.*, 36, 1939, p. 99.

(³) Pascal, *Traité de Chimie minérale*, 10, p. 800, 848 etc.

normal ([4]), mais dont beaucoup de propriétés chimiques s'expliqueraient mieux s'il avait la forme isothiocyanique ([5]). L'étude de la neutralisation de cet acide nous ayant déjà fourni une indication favorable à cette hypothèse ([6]), il nous a paru intéressant d'en mesurer le pouvoir rotatoire magnétique moléculaire afin de le comparer à ceux des esters isomères.

On ne peut faire aucune détermination sur l'acide pur; le liquide se polymérise en quelques minutes même aux basses températures. Les solutions aqueuses que nous avons utilisées sont elles-mêmes d'autant plus instables qu'elles sont plus concentrées, et nous n'avons pu dépasser pratiquement un titre de 3,2 N; en sens inverse le souci de conserver aux mesures une précision suffisante ne nous a pas permis d'étudier des solutions de concentration inférieure à la concentration normale.

Les solutions I à V ont été préparées par distillation dans le vide de l'acide obtenu par action de SO^4H^2 sur SCN Am ([7]). On amène le distillat au titre souhaité en le recueillant sur un poids de glace convenablement choisi. La solution VI a été préparée à froid par centrifugation d'un mélange de solutions titrées d'acide sulfurique et de thiocyanate de baryum pur en quantités telles que le liquide surnageant ne renferme aucun excès des 2 réactifs. Pour éviter toute erreur due à une évolution de ces solutions, celles-ci ont été complètement étudiées en moins de deux heures.

L'acide thiocyanique a été déterminé volumétriquement par acidimétrie et pondéralement à l'état de thiocyanate d'argent; les résultats fournis par les deux méthodes n'ont jamais différé de plus de 0,5 °/₀. La pureté de l'acide a été enfin vérifiée par l'analyse de son sel d'argent : dosage du soufre à l'état de sulfate de baryum et dosage de l'argent à l'état de chlorure d'argent.

Analyse. — 1° Solution mère des solutions I et II. Prise d'essai SCNAg 0,3981. Trouvé, ClAg 0,3430; SO^4Ba 0,5404. Coefficients moléculaires, (*a*) ClAg/SCNAg 0,997; (*b*) SO_4Ba/SCNAg 0,965. 2° Solution III. Prise d'essai : 0,4182. Trouvé, 0,3595 et 0,5885. Coefficients moléculaires, (*a*) 0,996; (*b*) 1,00. 3° Solution IV. Prise d'essai : 0,4142. Trouvé : 0,3587 et 0,5791. Coefficients moléculaires, (*a*) 1,00; (*b*) 0,993.

Les constantes de Verdet des solutions ont été déterminées par rapport à l'eau ([8]) sous une chute de potentiel magnétique de 46.10^3 gauss × cm, pour les radiations jaune, verte et indigo du spectre d'arc du mercure. Elles ont été utilisées au calcul du pouvoir rotatoire magnétique spécifique [ρ] de l'acide dissous par application d'une loi d'additivité.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-après où les titres τ des solutions sont exprimés en grammes par litre, et les constantes [ρ] en minutes (température 20°).

([4]) Cf. *Traités* de Pascal, Gmelin Kraut.

([5]) Cf. *Dictionnaire de Würtz*.

([6]) F. Gallais et D. Voigt, *ibid.*, **12**, 1939, p. 872.

([7]) W. Glund, K. Keller, W. Klempt, *Ber. d. chem. Gesells.*, **59**, 1926, p. 1384.

([8]) En adoptant la valeur 0',01543 indiquée par de Mallemann pour $\lambda = 0,546$.

Solution.	τ.	$10^2[\rho]$. λ 0,578.	λ 0,546.	λ 0,436.
		μ	μ	μ
I	60,92	–	3,45	5,84
II	102,0	–	3,48	5,82
III	120,5	–	3,46	5,81
IV	155,3	–	3,45	5,80
V	192,8	3,01	3,42	5,77
VI	59,08	2,98	3,49	5,79

Ces résultats sont cohérents. Les valeurs moyennes ne diffèrent des extrêmes que de 1% dans le vert et de 0,6% dans l'indigo. On peut donc les adopter pour le pouvoir rotatoire magnétique spécifique de l'acide

$10^2[\rho]$....... 3,00 3,46 5,81

ce qui entraîne pour le pouvoir rotatoire moléculaire

$10^2[\rho_M]$....... 177 204 343

Ces chiffres laissent peu de doute sur la nature de l'acide existant dans les solutions aqueuses, car ils coïncident presque exactement avec ceux que l'on peut calculer théoriquement pour l'acide dont l'isothiocyanate d'éthyle serait l'ester.

Dans le jaune, par exemple, la constante moléculaire de cet ester est de 225. La contribution d'un groupement $-CH^2-$ étant, d'après Gabiano (⁹), égale à 25,0, on peut en déduire la constante moléculaire de cet acide

$$(SCNH)=(SCN-C^2H^5)-2.(-CH^2-)=225-50=175.$$

L'accord avec la valeur expérimentale, 177, est aussi satisfaisant que possible. Le même calcul appliqué au thiocyanate d'éthyle conduit au contraire à la valeur 110 pour l'acide thiocyanique.

D'autre part les résultats expérimentaux varient assez peu en fonction de la dilution pour que l'on puisse exclure l'hypothèse d'un équilibre variable entre les deux formes isomères. Comme enfin les solutions préparées à chaud ou à froid conduisent au même résultat, l'hypothèse d'une isomérisation de l'acide par la chaleur au cours de sa préparation peut être écartée. Il semble donc bien que (à l'état dissous tout au moins) n'existe qu'une forme d'acide, l'acide isothiocyanique.

(⁹) P. Gabiano, *Ann. Phys.*, 10ᵉ série, 20, 1933, p. 128.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur le polymorphisme des iodures des esters de la choline.* Note de Mlle **Cécile Stora**, présentée par M. Charles Mauguin.

D'après M. Loury ([1]), les iodures des esters de la choline $I-N(CH^3)^3-CH^2-CH^2-O^2C-R$ cristallisent de leur solution en tablettes rectangulaires très allongées (forme A) et en minces feuillets losangiques (forme B). Voici ce qu'a donné l'étude de ce nouveau cas de dimorphisme.

Forme A *des iodures de lauryl et palmitylcholine.* — Ces cristaux, peu biréfringents, sont *monocliniques*. L'angle β du système vaut 70°53′. La face prédominante (001) est allongée suivant l'axe binaire b; on observe en outre (010) et (100).

Ce sont des biaxes positifs. Le grand axe n_g de l'ellipsoïde des indices est sensiblement parallèle à c et le plan des axes optiques approximativement confondu avec (100). L'angle des axes optiques 2V vaut $33° \pm 2°$ pour l'iodure de palmitylcholine et $38° \pm 1°$ pour l'iodure de laurylcholine.

La maille élémentaire de ces cristaux a mêmes dimensions de base a et b (voir le tableau). La longue chaîne cholinique se trouve certainement dans une direction voisine de la translation c, car l'équidistance d_{001} des plans réticulaires (001) s'accroît de 4,8 Å quand on passe de l'iodure de lauryl à l'iodure de palmityl, variation résultant principalement de ce que les deux chaînes diffèrent de quatre groupes CH^2. Si l'on admet que β est l'angle d'inclinaison des chaînes sur (001), on a

$$\Delta c = \frac{\Delta d_{001}}{\sin\beta} = \frac{4{,}8\,\text{Å}}{\sin 69°} = 5{,}11\,\text{Å},$$

valeur en bon accord avec celle (5,08 Å) que l'on calculerait à partir de l'hypothèse de Müller, selon laquelle une chaîne carbonée s'accroît de 1,27 Å par groupe CH^2. La longueur de la chaîne calculée approximativement à partir des formules chimiques et de la connaissance des rayons atomiques demeure inférieure à c. *On peut cependant affirmer que cette période c ne correspond qu'à la longueur d'une seule molécule*, l'écart observé étant peut-être dû au caractère ionique des composés examinés.

([1]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 682.

Les cristaux renferment quatre molécules par maille élémentaire. Leur groupe de symétrie probable est $C_{2h}^1 - P_{2m}$.

Souvent, au sein d'un même cristal rectangulaire du dérivé laurique, deux formes cristallines coexistent, caractérisées par des équidistances d_{001} de 27,72 Å et de 25,37 Å pouvant correspondre à une inclinaison différente des molécules sur (001). Cette singularité pourrait expliquer le fait que la mesure au goniomètre de l'angle des faces (001) et (100) a donné un angle variant de 65 à 75°, l'angle de 69° étant cependant le plus fréquemment observé.

Forme B *des iodures de lauryl, palmityl et stéarylcholine.* — Ces feuillets, très biréfringents, paraissent *tricliniques*. Dans le plan de la face prédominante (001), la direction *b* de l'allongement fait avec l'arête *a* un angle de 52°,35' ± 1°,5.

L'axe n_m de l'ellipsoïde des indices, situé dans (001), fait avec *b* un angle de 84° ± 2°. Le grand axe n_g, incliné de 21° ± 1°,5 sur (001), est la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques, qui vaut 58° ± 1°,5 pour les iodures de palmityl et de stéarylcholine. L'angle des axes optiques étant très différent de celui de la forme A de l'iodure de palmitylcholine (33°), *on se trouve réellement devant un cas de dimorphisme.*

Au cours du temps, les cristaux de la forme B se transforment en ceux de la forme A plus stable. Cette évolution très rapide pour le laurate est très lente pour le stéarate et n'a pas encore été observée pour le palmitate.

Les mailles élémentaires du palmitate et du stérate ont mêmes dimensions de base *a* et *b*. Comme dans le cas des cristaux A la longue chaîne paraît encore se trouver dans une direction voisine de l'épaisseur des feuillets.

L'iodure de laurylcholine, de forme extérieure semblable aux deux autres, possède cependant une maille élémentaire différente. Bien que la transformation en la forme A s'effectue très vite à la sortie des cristaux de leur solution mère, nous avons pu montrer aux rayons X qu'un fragment d'allure homogène était constitué par les deux formes A d'équidistances 27,72 Å et 25,35 Å et par la forme B prédominante de paramètres

$$a = 15{,}56\,\text{Å}, \qquad b = 5{,}74\,\text{Å} \qquad \text{et} \qquad d_{001} = 24{,}05\,\text{Å}.$$

La rotation de ce même fragment complexe autour de la direction perpendiculaire à *b* dans le plan (001) fournit une périodicité $a' = 7{,}5$ Å que nous n'avons su interpréter (*b* de la forme A ?).

Les molécules de tous ces esters peuvent être orientées par évaporation

d'une solution benzénique ou alcoolique sur des lamelles de verre portées à 10° environ au-dessous du point de fusion de ces substances. On obtient pour les trois iodures en couches minces une seule équidistance d_{001} identique à celle de leur forme B. Dans le cas du laurate, cependant, une des équidistances (27,72 Å) de la forme A apparaît faiblement.

		Périodicités de translation en unités Å.			d_{001} en Å = $c \sin \beta$		Densités.	Indices de réfractiou.		
		a.	b.	c.	Cristal.	Couche mince.		n'_p.	n_m.	n'_g.
Laurate	B....	$15{,}5_6$	$5{,}7_4$		$24{,}0_2$	$24{,}_0$; $27{,}7_5$				
	A....	$9{,}5_4$	$8{,}0_1$	$29{,}3_4$	$27{,}7_2$; $25{,}3_8$		1,25	1,54	1,549	
Palmitate	A....		$7{,}9_8$	$34{,}4_2$	$32{,}_5$		1,204	1,54	1,548	
	B....	$5{,}7_4$	$9{,}5_5$		$28{,}_3$	$28{,}_4$	1,143		1,544	1,583
Stéarate	B....	$5{,}7_6$	$9{,}5_8$	$30{,}5_4$	$30{,}4_0$	$30{,}3_1$	1,116		1,545	1,58

GÉOLOGIE. — *Sur les roches basiques du Pinde et de la Macédoine occidentale.* Note de M. **Jan Houghton Brunn**.

La présence de gros massifs de roches basiques a été depuis longtemps signalée dans le Pinde septentrional (A. Philippson, *Zeitschr. der. Ges. f. Erdk. zu Berlin*, 1896, p. 385-450; C. Nicolescu, *Bull. Académie roumaine*, Bucarest, 1916, VI, p. 230-250, et dans les chaînes de l'Albanie moyenne qui lui font suite au Nord-Ouest [1]).

Ces roches ont été le plus souvent désignées sous l'appellation globale de *Roches vertes*; en Albanie, où elles ont été étudiées avec plus de précision, on y a distingué des péridotites, des pyroxénolites et des gabbros, toujours plus ou moins serpentinisés. Dans la région que j'ai étudiée j'ai retrouvé le même complexe; mais la roche primitive y est fréquemment intacte, sans la moindre trace de serpentinisation. Je citerai en particulier une lherzolite fraîche, ressemblant au type de l'étang de Lherz; comme ce dernier, elle porte la trace d'actions mécaniques : l'olivine est maclée, les pyroxènes (enstatite englobant suivant ses clivages un pyroxène monoclinique) sont tordus. Je mentionnerai aussi une diallagite dont les cristaux

---

(1) J. Bourcart, *Les confins albanais administrés par la France*, Thèse, 1922, p. 33-41.

ont près de 10^{cm}, un gabbro pegmatitique à très gros éléments, un gabbro à amphibole à structure doléritique, et divers gabbros à olivine passant aux péridotites.

Cependant, outre ces roches qui constituent le cortège classique des *roches vertes*, j'ai constaté une grande abondance de spilites — dolérites altérées — et de basaltes souvent scoriacés.

Les spilites sont compactes, à grain très fin, gris foncé, tirant un peu sur le vert par suite de l'altération; au microscope, elles montrent une grande quantité de bâtonnets de feldspath noyés dans de la chlorite, qui représente tout ce qui reste des éléments ferro-magnésiens; les feldspaths sont très albitisés. D'autres échantillons à grain fin, parfois bulleux, montrent, quoique franchement verts, de l'augite encore fraîche constituant les axes d'arborescences sinueuses, à partir desquelles divergent les plagioclases.

Par divers intermédiaires, on passe à des basaltes francs, également très altérés, mais comportant encore, à côté de la chlorite, un peu d'augite et les restes très reconnaissables de phénocristaux d'olivine.

Ce sont surtout les grands massifs de roches basiques constituant l'axe orographique du Pinde septentrional qui ont jusqu'à présent attiré l'attention. Ce sont effectivement les plus importants, mais en réalité ces roches se trouvent réparties *de part et d'autre* du sillon albano-thessalien de M. Bourcart (branche occidentale du sillon transégéen de Haug). Au Sud-Ouest de ce sillon, les profonds ravins qui entament la chaîne du Pinde mettent à jour la lherzolite et son cortège de roches grenues et de serpentines. Cependant sur la bordure occidentale de ces massifs, et sur la crête même, on trouve de nombreux affleurements de dolérites et de basaltes, sans appareils volcaniques ni de coulées individualisées; sur le versant oriental de la chaîne, des massifs entiers sont constitués par les spilites et les basaltes, avec de nombreux affleurements de roches grenues et de serpentines.

Au Nord-Est du sillon, le même complexe de roches se retrouve; à la limite du sillon, la coupe suivante a pu être relevée dans un ravin, de bas en haut : gabbro à olivine, dolérite, basalte, radiolarites, calcaires crétacés. Les gros massifs du Bourino et du Flambouro, reliés à la coupe précédente, sont essentiellement constitués par une harzburgite en partie serpentinisée; mais j'ai recueilli sur leur flanc oriental une roche silicifiée ayant conservé sa structure microlitique primitive. Plus à l'Est, vers la petite ville de Kozani, on retrouve des affleurements moins importants de roches éruptives, alignés suivant la direction NW-SE, où la présence simultanée de

serpentines, de roches grenues à grain très varié et de roches volcaniques est à peu près constante. La même association se retrouve dans tous les conglomérats issus de ces massifs [2].

Quant au sillon lui-même, bien qu'il soit comblé par des sédiments tertiaires primitivement très épais, ce qu'on peut connnaître de son soubassement, grâce à l'érosion ou à des failles (faille de Korça), permet d'affirmer qu'il est également constitué par des roches basiques en général plus saines que les précédentes; les dolérites et les basaltes semblent y faire défaut.

Les roches basiques sont presque toujours associées à des radiolarites; celles-ci, dans les conditions les plus favorables à l'observation, c'est-à-dire lorsque l'ensemble est peu disloqué et peu écrasé, reposent sur les roches éruptives et sont surmontées par des calcaires crétacés.

Les roches basiques grenues et microlitiques, de leur côté, reposent presque toujours sur des terrains sédimentaires d'âge varié : dans le Pinde et en Albanie, elles chevauchent des calcaires crétacés et du Flysch tertiaire; sur le bord oriental du sillon, elles reposent sur des calcaires triasiques dans des conditions qui n'évoquent pas un charriage, mais plutôt un épanchement fissural massif, dont les roches grenues représenteraient les parties profondes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du climat sur le chimisme chez la Lentille du Puy.* Note de M. **Jules Carles**, présentée par M. Marin Molliard.

L'influence du climat sur la morphologie et l'aspect extérieur de la plante a fait l'objet de bien des recherches; son influence sur le chismisme est beaucoup moins connue. Elle est réelle pourtant, mais plus profonde et moins facilement discernable; si profonde et si réelle que, pour la *Lentille verte du Puy*, un jugement du Tribunal du Puy (17 janvier 1935) est venu sanctionner cette différence extérieurement inapparente qu'apporte le terroir. Un *cru* a été délimité, en dehors duquel on n'a pas le droit de cultiver cette Lentille, même en se servant d'authentiques semences : il

[2] M. Lacroix a également constaté la présence de roches microlitiques dans les conglomérats issus des lherzolites des Monts Onéiens (Péloponèse). (*Comptes rendus*, 127, 1898, p. 1248.)

s'agit donc bien de différences écologiques et non raciales. Ces différences n'ont d'ailleurs jamais été précisées jusqu'ici.

Il s'agit d'une variété, ou plutôt d'une sous-espèce de *Lens esculenta* Moench, la *Lens esc. puyensis* Barulina [1], à 7 chromosomes comme les autres Lentilles, mais qui se différencie par ses graines de 4-5^{mm} de diamètre, tachées de bleu d'acier, sur fond vert olive à marbrures vert jaune. Elle est cultivée, non seulement aux environs du Puy, mais encore dans des milieux très divers, en particulier dans les régions montagneuses de l'Afrique du Nord.

Le Velay jouit d'un climat continental, avec une très légère influence méditerranéenne dépassant à peine la crête des monts du Vivarais : le maximum de pluie est en mai et juin. A noter aussi que les cultures vellaves se font sur deux terrains très différents : la mince couche de désagrégation qui recouvre le plateau basaltique ou bien les marnes oligocènes du bassin du Puy.

L'Algérie et le Maroc sont en plein climat méditerranéen caractérisé par un été très sec quelle que soit l'humidité totale de l'année (L. Emberger). Qu'il nous suffise de rappeler que Marrakech, par exemple, a un coefficient moyen de pluviosité égal à 82 pour mai, 68 pour juin et 4 pour juillet, tandis que ces chiffres sont pour le Puy 141, 127 et 114. Ce climat est donc très différent, beaucoup plus sec en particulier que le climat vellave.

Ces différences ont une importante répercussion sur le chimisme des graines. Certains détails pourtant ont l'air assez stables : la proportion réciproque des deux glucides solubles, stachyose et saccharose (2 parties du premier pour 1 du second), ainsi que leur somme; de même la proportion des protides solubles (non coagulables par l'ébullition en milieu acétique) par rapport à la quantité totale des protides (23-24 %) etc. Ces caractères seraient donc, non pas écologiques, mais spécifiques ou même génériques.

Les caractères dépendant du climat semblent être la quantité d'eau, de cendres, de protides et de glucides, ou plus exactement d'amidon. Voici les chiffres trouvés pour les Lentilles récoltées en Algérie et pour celles de nos terrains d'expérience sur sol balsatique et sur marnes oligocènes des environ du Puy :

---

(1) H. Barulina, *Lentils of U. R. S. S. and of other Countries*. Leningrad, 1930; J. Carles, *Bull. mens. Soc. Linn. de Lyon*, juin 1939, p. 146.

	Eau (% de frais).	% de sec. Cendres.	Protides.	Amidon.
Algérie	15,4	2,5	28,3	47
Terrain balsamique	16	3	25,1	58
Terrain marneux	16,5	3,2	22,5	54,5

L'eau, l'amidon et les cendres varient dans le même sens, en sens inverse des protides; amidon et protides sont d'ailleurs complémentaires et leur total est à peu près semblable. Leurs proportions respectives semblent devoir s'expliquer ainsi : les glucides sont indispensables à la protéogénèse, celle-ci n'étant possible que lorsqu'ils ont atteint une certaine concentration. Cette concentration dépendra de l'activité chlorophyllienne et par conséquent de l'insolation, mais aussi de la quantité d'eau qui permettra d'atteindre plus ou moins vite cette concentration et par conséquent de la sécheresse. Or l'insolation et la sécheresse sont bien plus fortes dans l'Afrique du Nord que dans le Velay, d'où la différence des Lentilles algériennes; pour les Lentilles des terrains marneux, l'humidité du sol ajouterait ses effets à ceux du climat continental.

Comme l'a déjà remarqué E. Saillard pour la Betterave sucrière, l'humidité et le manque d'insolation gênent la formation des protides. La concentration de glucides nécessaire à l'amylogénèse étant plus basse que pour la protéogénèse, l'amidon atteindra une forte proportion, qui diminuerait si l'eau raréfiée et l'assimilation chlorophyllienne activée permettaient à la protéogénèse de parvenir à son terme normal : la Lentille finirait de grossir. C'est ce qu'elle ne fait pas, surtout dans les années pluvieuses : les paysans savent qu'alors beaucoup de graines sont ridées, les cotylédons ne s'étant pas assez développés pour les téguments qui se plissent.

La Lentille du Puy ne devrait-elle ses propriétés culinaires qu'à des conditions écologiques déficientes qui, tout en permettant ordinairement son développement, l'empêcheraient, même dans les meilleures années, de mûrir tout à fait ? Il semble que beaucoup de détails, pouvoir germinatif plus faible, cuisson plus rapide, cendres plus abondantes et peut-être même la saveur spéciale de ce *cru*, pourraient s'expliquer en partie par là. Mais la question est trop lourde de conséquences du point de vue agricole pour qu'on puisse se contenter d'une hypothèse.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles considérations sur l'activité modificatrice de la caryocinèse et de la cytodiérèse exercée sur les végétaux par quelques hydrocarbures cycliques et leurs dérivés.* Note de M. **Pierre Gavaudan**, Mme **Noélie Gavaudan** et M. **Joseph-François Durand**, présentée par M. Marcel Delépine.

On sait, depuis les recherches effectuées presque simultanément par Shmuck et Kostoff ([1]), par nous-mêmes ([2]) et par Simonet et ses collaborateurs ([3]), que certains hydrocarbures cycliques et leurs dérivés exercent une action modificatrice sur la caryocinèse et la cytodiérèse des végétaux.

Nous avons insisté, dès le début de nos recherches, sur la convergence d'action de substances chimiquement très différentes. Bien que n'ayant pas les mêmes effets, le diphényle, le *p*-dichlorobenzène, l'acénaphtène, par exemple, ont une certaine analogie dans leur action. Simonet et Guinochet ont classé les anomalies produites par les dérivés halogénés d'hydrocarbures en anomalies *colchiciniques* et *paradichlorobenzéniques;* certes cette classification possède une valeur pratique basée sur la variété des résultats obtenus. Pour ne parler que des extrêmes, avec le diphényle on ne dépassera pas le stade des anomalies mitotiques légères et de la déviation du plan de cloisonnement, tandis qu'avec l'acénaphtène on atteindra le plus haut degré de polyploïdie par stathmocinèse. Mais l'acénaphtène peut donner, par graduation de très faibles doses, toute une série d'altérations, depuis celles obtenues avec le diphényle jusqu'à la polyploïdie sans cloisonnement.

D'ailleurs Simonet et Guinochet ([4]) ont noté qu'« il est donc bien probable que les anomalies du type paradichlorobenzénique et du type colchicinique ne sont que des manifestations plus ou moins accentuées d'un même phénomène ».

Nous nous trouvons en présence d'une série de substances (naphtalène,

---

([1]) *C. R. Ac. sc. U.R.S.S.*, 23, 1939, p. 263-266.

([2]) P. et N. Gavaudan et J. F. Durand; *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 53 et 1443; 131, 1939, p. 168.

([3]) M. Simonet et M. Guinochet, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1427; M. Simonet et F. Armenzoni, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 354.

([4]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1667.

β-naphtyl-éthers, dérivés halogénés du naphtalène et du benzène, acénaphtène, diphényle) qui possèdent une certaine ressemblance de par leur action préférentielle sur la caryocinèse et la cytodiérèse, malgré des différences de constitution chimique.

Il est probable que c'est à des similitudes de propriétés physiques qu'est due la convergence d'action observée, et nous nous proposons de revenir sur cette hypothèse pour examiner dans quelle mesure elle peut être systématisée. Toutefois, il ne faudrait pas sous-estimer *a priori* les capacités réactionnelles *in vivo* des hydrocarbures cycliques ou de leurs dérivés et nier l'importance de certaines constitutions chimiques. C'est ainsi que le β-bromonaphtalène ne possède qu'une activité et une toxicité minimes contrairement au dérivé α.

La combinaison de certaines fonctions et le choix de leurs positions doit permettre de modifier la toxicité et l'activité sur la caryocinèse et la cytodiérèse de certains dérivés du benzène et du naphtalène. Les recherches actuelles se bornent à utiliser les corps les plus répandus, mais il est évident que la synthèse fournira des substances plus actives et moins toxiques si l'on se base sur les premiers résultats que nous avons obtenus. Par exemple, l'étude des β-naphtyl-éthers ([5]) nous a conduits à rechercher si des substances de la série benzénique à fonctions méthoxy ou éthoxy possédaient des propriétés mito-inhibitrices. Nous avons ainsi montré que l'apiol ([6]), substance de poids moléculaire assez élevé, extraite des semences de persil, avait une assez forte activité mito-inhibitrice, et d'autre part une toxicité plus faible que celle du safrol paraissant coïncider avec la présence de fonctions méthoxy. L'activité de l'apiol rappelle, à l'intensité près, celle de l'acénaphtène et des dérivés halogénés d'hydrocarbures cycliques. Le nitrobenzène est très toxique [Simonet et Guinochet ([7]) et essais personnels], alors que l'*o*-nitrophénétol l'est beaucoup moins et permet de mettre en évidence sur la jeune racine de *Triticum vulgare* une nette ébauche d'activité mito-inhibitrice variable avec la température, la disposition des racines par rapport au liquide actif, mais se traduisant toujours par des désordres variés dans la prolifération des cellules méristématiques.

D'une façon générale il semble bien qu'il suffise d'alourdir suffisamment

---

([5]) P. et N. GAVAUDAN et J.-F. DURAND, *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 1234.
([6]) P. et N. GAVAUDAN, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 805.
([7]) *C. R. Soc. Biol.*, **131**, 1939, p. 222.

la molécule benzénique en conservant un ensemble adéquat de propriétés physiques pour obtenir des substances possédant la propriété modificatrice de la caryocinèse avec une toxicité réduite.

D'autres dérivés du benzène, à molécule très chargée, mais possédant cependant une propriété physiologique (odeur), sont à l'extrême limite de l'activité : il en est ainsi d'un musc artificiel dit *musc xylène* (1-butyl-tert-3.5-diméthyl-2.4.6-trinitro-benzène), que nous avons essayé et qui n'exerce qu'une très faible activité sur la cytodiérèse et la croissance chez la gemmule de *Triticum vulgare* prise pour test.

Ces premiers exemples montrent déjà comment l'étude systématique des hydrocarbures cycliques et de leurs dérivés, puis la confrontation avec les propriétés physiques de leur activité et de leur toxicité, permettront d'aborder le problème du mécanisme d'action élective sur la caryocinèse et la cytodiérèse.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Bignoniacées. Développement de l'embryon chez le* Catalpa Kæmpferi *Sieb. et Zucc.* Note de M. **René Souèges**, transmise par M. Pierre-Augustin Dangeard.

L'embryon du *Catalpa Kæmpferi* peut être très étroitement comparé à celui du *Veronica arvensis* (1), les données embryogéniques justifiant ainsi pleinement les rapports déjà établis, dans les classifications courantes, entre les Bignoniacées et les Scrofulariacées. Les deux espèces se rattachent au type embryonomique des Crucifères. On observe cependant, chez le *Catalpa*, des caractères différentiels assez importants qu'il importe de bien dégager.

Les figures 1 à 3 permettent d'assister à la formation de la tétrade. Les deux cellules supérieures juxtaposées de cette dernière, au lieu de se segmenter verticalement pour donner quatre quadrants dans un plan horizontal, comme chez le *Capsella* et le *Veronica,* se divisent, de manière très constante, tranversalement et engendrent quatre quadrants disposés dans un plan vertical, comme chez les Solanacées (2). Ces quadrants se segmentent verticalement pour produire quatre octants supérieurs et quatre octants inférieurs (*fig.* 7, 8). Les octants supérieurs engendrent la partie cotylée; ils prennent, tout d'abord, des parois, tantôt périclines (*fig.* 13, 14, 15 à g.) séparant d'emblée le

(1) R. Souèges, *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 703.

(2) R. Souèges, *Comptes rendus*, **170**, 1920, p. 1125 et p. 1279; *Bull. Soc. bot. Fr.*, **69**, 1922, p. 163.

dermatogène, tantôt anticlines, à direction horizontale (*fig.* 14 à d.) ou verticale (*fig.* 13, 15 à d.). A ces cloisons anticlines succèdent des parois tangentielles qui isolent extérieurement des éléments d'épiderme. Sous le dermatogène, il se différencie plus tard deux couches cellulaires (*fig.* 18, 21, 22). Les octants inférieurs se

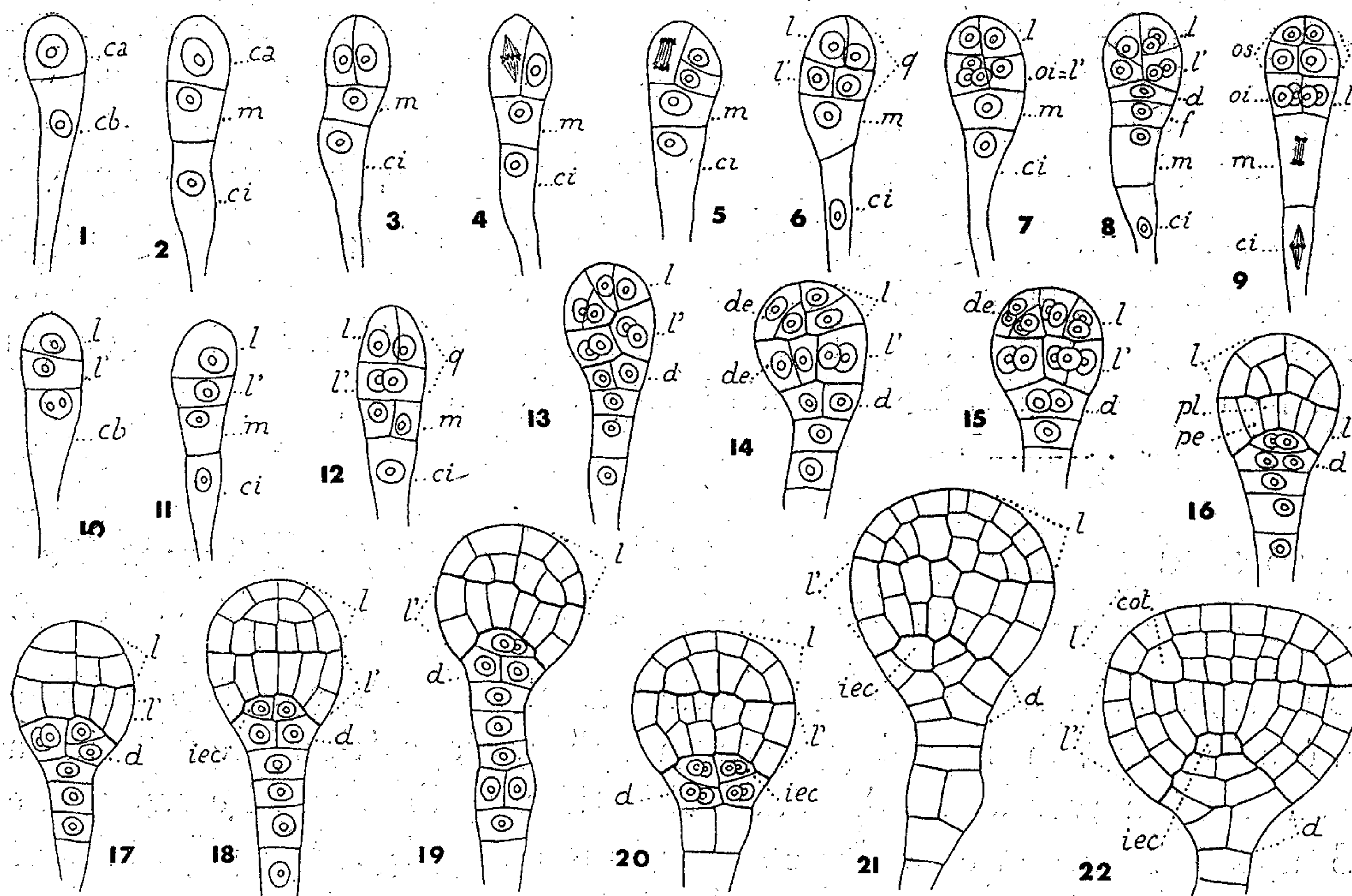


Fig. 1 à 22. — *Catalpa Kæmpferi* Sieb. et Zucc. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m* et *ci*, cellule intermédiaire et cellule inférieure de la tétrade; *q*, quadrants; *os* ou *l*, octants supérieurs ou partie cotylée; *oi* ou *l'*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *d*, cellule fille supérieure de *m*; *de*, dermatogène; *pe*, périblème; *pl*, plérone; *iec*, initiales de l'écorce de la racine; *cot*, cellule mère du cotylédon. G. = 350.

comportent comme chez le *Capsella* ou le *Veronica*; ils produisent la partie hypocotylée.

Parfois il se différentie une tétrade linéaire par division transversale de la cellule apicale (*fig.* 10, 11). Les deux cellules supérieures de cette tétrade, *l* et *l'*, par divisions longitudinales, engendrent quatre quadrants en deux étages, tels qu'ils s'observent dans la figure 6. Dans quelques cas encore, les deux quadrants supérieurs, au lieu de se diviser verticalement pour donner quatre octants supérieurs disposés dans un plan autour de l'axe, se segmentent transversalement et produisent quatre blastomères, homologues des quatre octants supérieurs, disposés toutefois en deux étages (*fig.* 9). Dans ces blastomères se forment des cloisons tangentielles, puis, dans les cellules centrales des parois verticales, faisant apparaître la disposition cellulaire qu'offre ordinairement la partie cotylée (*fig.* 9, 17, 18, 22).

La cellule hypophysaire tire origine, comme le démontrent les figures mitotiques

représentées en 9, de la cellule *d*, fille de *m* (*fig.* 8). Le tissu qu'elle produit pénètre assez profondément dans le corps embryonnaire, les initiales de l'écorce radiculaire, tout d'abord constituées, ou bien par cloisons horizontales suivies de deux cloisons verticales cruciales (*fig.* 16, 19), ou bien inversement, par cloisons méridiennes suivies de parois horizontales (*fig.* 13, 14, 15, 17), se cloisonnant transversalement pour donner deux tétrades superposées. Parfois l'hypophyse se différencie aux dépens de *m*, cellule-mère de *d*. Sur le trajet du suspenseur, long et filamenteux, se produisent parfois des divisions longitudinales qui provoquent des renflements singuliers rappelant les productions, d'origine analogue, déjà observées chez les *Campanula* et les *Lobelia* (³).

En somme, l'embryon du *Catalpa* s'écarte surtout du type par le mode de formation des quadrants. Il offrirait encore moins de constance dans les processus de génération de la tétrade, dans la succession des divisions qui président à la construction de la partie cotylée et de l'hypophyse.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Différenciation phylogénétique de l'appendice cæcal.* Note de M. **Frédéric Glückmann**, présentée par M. Maurice Caullery.

Nous avons montré (¹) que l'appendice cæcal apparaît, sous forme d'une première ébauche, chez les Singes cynomorphes, disposition que Neuville a mise en relation avec « certains états digestifs » de l'animal. Le cæcum de ces Singes présente en effet des contractions circulaires énergiques, sous forme de *spasmes brusques*. Le caractère essentiel pourtant de ces contractions est d'être *nettement expulsives*. La rétraction contractile ainsi réalisée reproduit l'aspect de l'*ébauche appendiculaire*, dont nous allons suivre maintenant l'évolution dans les deux lignées parallèles des Primates : anthropopithécienne et hylobato-hominienne, séparément et dans un sens naturel, ascendant :

Dans la première de ces lignées, l'appendice est très développé. Chez l'*Orang Outang*, il prend naissance sur la partie *inférieure* du cæcum, près de sa pointe, et présente un point d'insertion *large*, évasé. Chez *le Gorille*, il s'implante sur une région un peu *plus supérieure* et est devenu *cylindrique*. Chez *le Chimpanzé*, enfin, l'appendice est *très individualisé* et *très long* et s'insère sur un point *très supérieur* du cæcum, sous l'embouchure de l'iléon.

(³) R. Souèges, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 2009; P. Crété, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 85, 1938, p. 580.

(¹) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 1008.

Dans la seconde lignée, *le Gibbon* offre un organe de conformation humaine, mais primitive, c'est-à-dire *plus court* et s'implantant *sous le sommet* même du cæcum, juste à l'endroit où il a pris naissance. L'*Homme*, enfin, possède un appendice *plus long* que le Gibbon, et qui présente un point d'implantation cæcale *latéro-supérieur*.

En systématisant toutes ces données, disparates en apparence, dans les deux lignées, et en les considérant parallèlement, nous constatons :

A. *Lignée hylobato-hominienne.* — 1° *Cynomorphes* : forme primitive, contractile, *fonctionnelle*. Situation à la pointe, au niveau du « nœud » cæcal; 2° *Gibbons* : appendice différencié. Insertion *basse*; longueur *réduite*; 3° *Homme* : appendice « type supérieur ». Longueur *augmentée*; *migration* vers l'iléon; *valvule* à l'embouchure.

B. *Lignée anthropopithécienne.* — 1° *Cynomorphes* : forme primitive, fonctionnelle apicale; 2° *Orang-Outang* : appendice *en entonnoir*, donc évolué à un degré *moindre* que celui du Gibbon de la lignée précédente, en ce sens que le canal appendiculaire n'est pas encore devenu cylindrique. Il rappelle donc un stade plus proche encore du début de sa différenciation; 3° *Gorille* : appendice *cylindrique* et à insertion déjà *latérale*; 4° *Chimpanzé* : appendice *type supérieur* de la série. Longueur *imposante* (jusqu'à 15 et 20^{cm}), migration vers l'iléon *très accentuée*.

On peut donc schématiser de la façon suivante la succession des diverses phases dans l'évolution générale de l'appendice vermiculaire :

1° contractilité expulsive de la pointe, et début de différenciation;

2° *ankylose* de la portion contractile différenciée;

3° perfectionnement progressif de l'organe, fixé par descendance;

4° migration, vers la bosse supéro-interne, du cæcum de la formation nouvellement créée, soustrayant son substratum sensible et fragile à l'action des matières septiques, appliquées par la pesanteur directement sur son embouchure (qui a acquis simultanément une valvule).

Le développement ontogénétique de l'appendice humain reproduit d'ailleurs toutes ces phases de son évolution phylétique. En effet :

a. Pendant les deux premiers mois de la vie intra-utérine, le cæcum est représenté par *un sac arrondi*, sans diverticule, reproduisant la disposition cæcale *des Singes inférieurs* (Cynomorphes);

b. A deux mois, *la première ébauche* embryonnaire d'appendice (solide et sans lumière, Kelly et Hurdon) rappelle *le stade contractile* du cæcum de ces mêmes Singes inférieurs;

c. A partir de ce moment, le processus d'arrêt d'accroissement diamétral de la région inférieure du cæcum imprime à la portion destinée à devenir l'appendice, la conformation caractéristique *fœtale*, dite *en enton-*

noir (à implantation large). Cette disposition rappelle la phase antérieure de l'appendice, en état de contraction, mais celle-ci étant devenue permanente; elle reproduit le stade du vermium *de l'Orang Outang*, et, sous une forme plus avancée, celui du Gibbon;

d. La forme *prénatale* (et infantile postnatale) enfin, où l'appendice n'affecte pas encore une conformation *cylindrique* et une insertion directe et abrupte sur le cæcum (caractéristique de la forme adulte), rappelle une disposition plus évoluée des Singes supérieurs.

Le développement ontogénique de l'appendice humain réalise donc une sorte de récapitulation fidèle des étapes successives de ses formes ancestrales, offrant ainsi un brillant exemple de la loi biogénétique fondamentale, formulée par Haeckel dans son célèbre aphorisme : l'histoire du germe est un abrégé de l'histoire de l'espèce.

Si nous considérons maintenant les deux lignées précitées parallèlement comme des familles à part, c'est-à-dire à évolution distincte, nous constatons qu'elles permettent *une superposition* exacte des formes évolutives de l'appendice et des types zoologiques correspondants.

En d'autres termes, nous assistons, dans un groupe comme dans l'autre, à *une correspondance parfaite* entre le développement phylétique appendiculaire et la station verticale de plus en plus complète dans les deux séries respectives [1].

L'intérêt que présente donc la considération séparée, mais parallèle, de ces deux types d'évolution *complètement autonomes* de l'appendice, ressort de cette constatation que son perfectionnement a suivi exactement les progrès de la station verticale, avec tout le cortège de troubles mécaniques qu'elle a entraînés, et qu'il a présenté des caractères de différenciation *identiques* et dans une lignée et dans l'autre.

PHYSIOLOGIE. — N-*acétylglucosamine et protéides sanguins*. Note de MM. **Henri Bierry**, **Bernard Gouzon** et Mlle **Colette Magnan**, présentée par M. Paul Portier.

Les protéides du plasma sanguin renferment un groupement prosthétique hydrocarboné (sucre protéidique) constitué par un aminopolyoloside que l'analyse révèle comme un mélange équimoléculaire de galactose, de mannose et de glucosamine (Bierry, Sörensen et Haugaard, Hewitt).

La copule glucidique peut être mise en évidence par clivage des protéides, soit par les acides ou les alcalis dilués, soit par les enzymes. Le

mode d'isolement du polyoloside a déjà été décrit par l'un de nous. A un stade très avancé de l'extraction, on obtient non le polyoloside lui-même, mais un complexe dans lequel il est encore engagé : complexe non réducteur, faiblement lévogyre, renfermant de 55 à 60 % de glucides. Les analyses élémentaires faites sur divers échantillons montrent des teneurs en C de 42,5 à 43,9; H de 6,4 à 6,9; N de 3,2 à 3,8 %.

Il nous a semblé que ce complexe pourrait être utilisé pour étudier la structure, le mode de liaison du polysaccharide avec le reste de la molécule protéique. Déjà nous avons pu établir que la glucosamine se trouve sous forme acétylée. Après nous, Hewitt, opérant sur un complexe obtenu par l'action des enzymes sur les protéides sanguins, arrive également à la conclusion que l'hexosamine est à l'état de N-acétylglucosamine.

Nous avons tenu à compléter cette étude, en opérant directement sur les protéides du plasma sanguin (homme, cheval etc.). Ceux-ci, isolés et délipidés à froid, ont été soumis à une hydrolyse ménagée ou forte, en présence de HCl ou SO^4H^2, soit à l'autoclave à 120°, soit en tubes scellés à 100°, dans des conditions déjà précisées. Nous avons fait usage d'une gamme d'acidité allant de 0,01, 0,02*n* à 1 ou 1,2*n*. On évaluait, ensuite, après traitements appropriés des hydrolysats, le pouvoir réducteur au microbertrand, et parallèlement, on déterminait, à différents stades de l'hydrolyse, l'acétylglucosamine ou la glucosamine par leurs réactions colorées dont on suivait l'intensité au photomètre de Pulfrich.

On sait que la molécule de N-acétylglucosamine possède un groupe réducteur aldéhydique qui, en présence d'alcali, se change en forme énolique et, par élimination d'eau, donne naissance à un anneau hétérocyclique et à un dérivé oxazol. La condensation de ce dernier avec la *p*-dimétylaminobenzaldéhyde en milieu acide (acétique) provoque l'apparition d'une coloration pourpre. Cette réaction spécifique permet de caractériser avec certitude les N-acétylhexosamines et de les doser (Morgan et Elson 1934, Morgan 1936).

Les aminopolyolosides, renfermant la N-acétylglucosamine, ne donnent cette réaction qu'après avoir subi une hydrolyse légère; cela tient à l'absence de groupes aldéhydiques terminaux dans les unités acétylhexosamines, par suite de l'inclusion de ces groupes dans des liaisons glucosidiques avec les hexoses voisins. D'autre part, sous l'effet d'une hydrolyse forte les groupements acétyles sont graduellement éliminés avec formation d'un aminogroupe primaire, et aucune coloration ne se développe plus en présence de réactif d'Ehrlich.

Par hydrolyse très ménagée, il est possible d'éviter l'élimination des groupements acétyles de la N-acétylglucosamine, et de rompre cependant les liens glucosidiques plus fragiles qui existent entre les groupes aldéhydiques potentiels de l'acétylaminohexose et les oses voisins.

Nous avons donc soumis les protéides à des hydrolyses faibles ou fortes. Les hydrolysats, obtenus à partir d'acide en solution 0,025n présentent un léger pouvoir réducteur et donnent nettement les réactions de l'acétylglucosamine. Le pouvoir réducteur des hydrolysats soumis à l'action d'acides en solution 0,025 n à 0,1 n est sensiblement le même; il augmente, par contre, très rapidement et progressivement si l'on utilise des solutions d'acides 0,2 n jusqu'à 1 n(H Cl) et 1,2 n (SO^4H^2); en même temps on constate la disparition des réactions de l'acétylglucosamine et l'apparition des réactions de la glucosamine avec intensité croissante. Celle-ci est facilement décelable et dosable par une réaction colorée : elle se condense avec l'acétylacétone en milieu alcalin pour donner un dérivé pyrrolique qui fournit une coloration rouge avec le réactif d'Ehrlich en solution alcoolochlorhydrique.

Ainsi, par hydrolyse ménagée, l'acétylglucosamine en totalité peut être libérée sous forme de molécule simple ou plus probablement comme unité terminale réductrice dans les oligosaccharides formés.

En conclusion, l'aminohexose se trouve sous forme acétylée dans les protéides sanguins. Le sucre protéidique a la composition suivante : galactose-mannose-acétylglucosamine. On connaît l'importance du groupe N-acétylglucosamine dans le problème de l'immunologie : certains glucides microbiens acquièrent ou perdent leur pouvoir antigénique suivant qu'ils sont acétylés ou désacétylés.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Les troubles respiratoires dans l'hémorragie et leur traitement par l'oxygène.* Note [1] de MM. **Léon Binet** et **M.-V. Strumza**, présentée par M. Charles Achard.

En dehors des manifestations cardio-vasculaires bien connues, l'hémorragie déclenche des troubles respiratoires qui ne sauraient être négligés. Leur étude est facilitée par l'expérimentation qui permet une double exploration, mécanique (rythme, amplitude et débit respiratoires) et chimique (taux de l'hémoglobine, du CO^2, de l'oxygène dans le sang circulant).

---

[1] Séance du 8 janvier 1940.

Nous avons eu l'occasion de faire un certain nombre de recherches sur le chien chloralosé dont on inscrivait la tension artérielle, le rythme respiratoire et dont on mesurait le débit respiratoire, l'animal pouvant respirer, grâce à un dispositif approprié, ou de l'air normal, ou de l'oxygène pur. Des saignées considérables étaient pratiquées et l'animal recevait simultanément par la voie intra-veineuse du sérum de Ringer-Locke bicarbonaté. Les prises de sang ont été pratiquées à la fois pour le dosage de l'hémoglobine et pour la détermination du taux des gaz du sang.

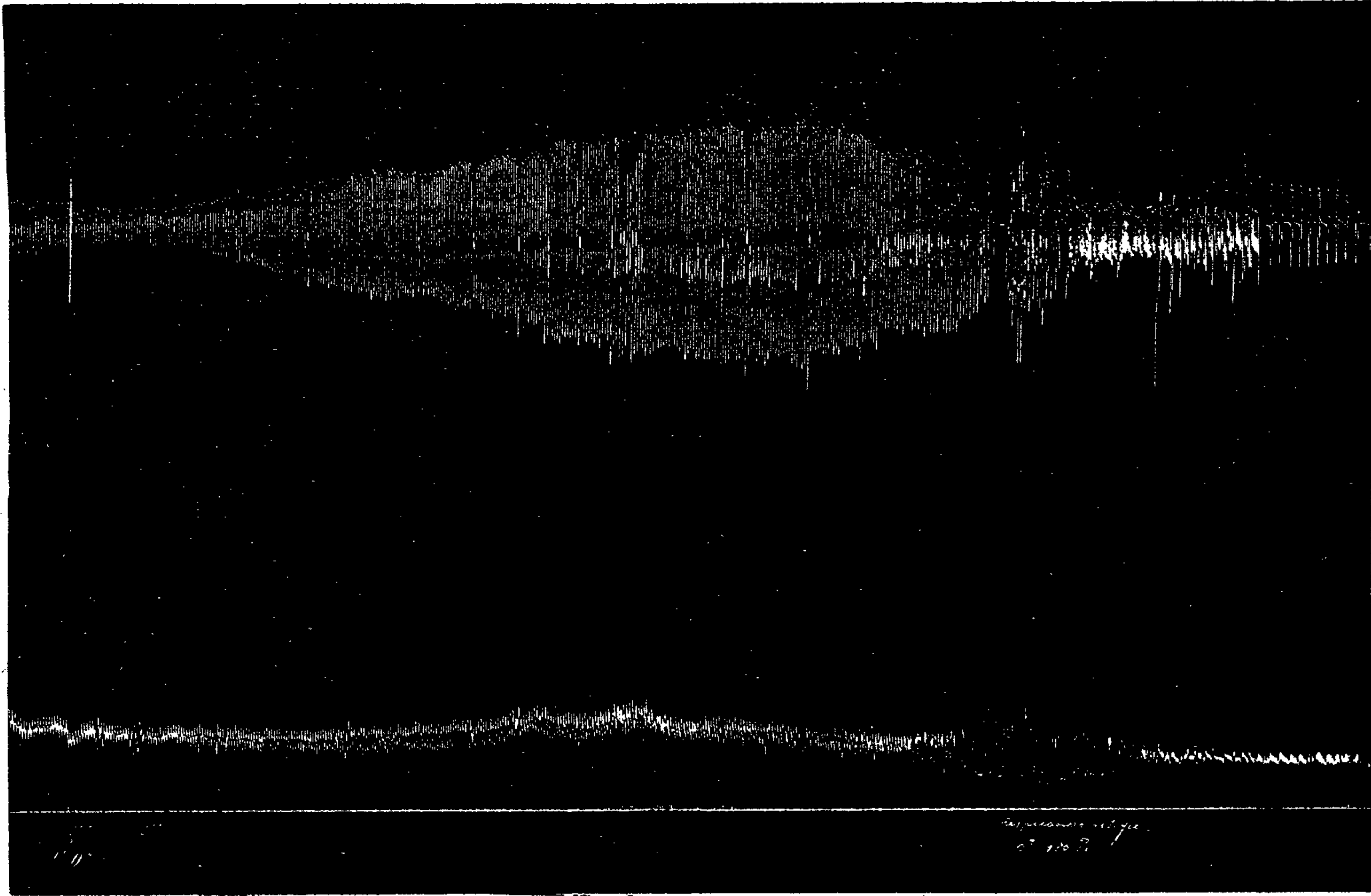
Chez de tels animaux nous avons pu analyser les divers éléments du *syndrome respiratoire de l'hémorragie :* tachypnée (le rythme passant de 10 à 24 à la minute), augmentation de l'amplitude qui, sur nos tracés, devient quatre fois plus grande et une forte élévation du débit respiratoire qui double ou triple. Par ailleurs les gaz du sang subissent des modifications importantes. La réserve alcaline diminue fortement, et le taux de l'oxygène atteint des valeurs proportionnelles au taux de l'hémoglobine dosée par la méthode spectroscopique. Pour une valeur de l'hémoglobine inférieure à 2^g pour 100^g de sang, la respiration s'arrête et l'on note une apnée précédant l'arrêt cardiaque, tout comme si l'animal mourait par anoxémie.

Ce dernier point nous a conduits à voir si la *thérapeutique correctrice d'oxygénation* ne pourrait agir sur les troubles respiratoires, les amender, éviter la syncope respiratoire, en d'autres termes permettre la survie d'un organisme ayant subi une hémorragie qui serait mortelle dans les conditions ordinaires.

Nous voudrions rapporter ici les conclusions de nos expériences. Un chien de $15^{kg},500$ a été saigné à deux reprises en même temps que l'injection intraveineuse de sérum rétablissait le volume sanguin; chaque prise de sang, de plus en plus dilué, était de 1000^{cm^3}. C'est alors que *l'animal est soumis à l'inhalation d'oxygène pur* et une nouvelle saignée de 400^{cm^3} est pratiquée. La tension artérielle est basse : $4^{cm},5$ de Hg, le taux d'hémoglobine tombe à 2^g, mais la respiration reste régulière. Vingt-cinq minutes plus tard, on supprime l'inhalation d'oxygène et rapidement, en 10 minutes, apparaît un syndrome d'anoxémie aiguë aboutissant à la *syncope* respiratoire. Le cœur présente alors de la bradycardie (28 pulsations à la minute), puis une tachycardie terminale.

D'un autre côté (voir la figure), lors de la syncope respiratoire, il est possible, par respiration artificielle, de faire renaître la respiration pulmonaire et l'on observe la reprise des mouvements spontanés, amenant la

survie de l'animal *si l'inhalation de* O^2 *est instantanée*, alors que la respiration à l'air ordinaire avec ce faible taux d'hémoglobine est rapidement fatale.



En haut, tracé respiratoire; au centre, tension artérielle; en bas, temps en secondes et zéro de la pression artérielle.

Chien 18kg500, chloralosé, deux saignées de 1l,100 et 1l avec injection intra-veineuse de sérum de Ringer-Locke; inhalation d'oxygène pur depuis 10 minutes. Puis, respiration d'air ordinaire; syncope respiratoire. Respiration artificielle avec O^2 pur et réanimation.

En résumé, *une hémorragie déclenche* un *syndrome respiratoire évident*, dépendant d'une anoxie anémique accentuée. Il importe, en dehors des thérapeutiques classiques, *de recourir à l'inhalation d'oxygène*, qui, dans certaines limites, peut empêcher la mort par anoxie.

La séance est levée à 15h40m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès, survenu dans la nuit du 19 au 20 janvier, de M. **Alexandre Desgrez**, Membre de la Section des Académiciens libres depuis le 10 mars 1924.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème relatif aux formes différentielles linéaires*. Note [1] de M. **Jules Drach**.

I. Il s'agit de la *détermination des coefficients en x, y des polynomes de degré m en φ*, $P(\varphi)$, $Q(\varphi)$, $R(\varphi)$ *de manière que la forme* $R\,d\varphi - P\,dx - Q\,dy$ *admette un facteur intégrant*, ou que les équations $\partial\varphi/\partial x = P/R$, $\partial\varphi/\partial y = Q/R$ possèdent une solution φ dépendant d'une constante. C'est ce problème qu'on doit résoudre pour trouver les cas où *le groupe de rationalité* de l'équation $P\,dx + Q\,dy = 0$, dans le domaine $[\Delta]$ de ses coefficients, est *indépendant* de φ, ou encore pour que le système

$$X(z) = \frac{\partial z}{\partial x} - \frac{P}{Q}\frac{\partial z}{\partial y} = 0, \qquad \Phi(z) = \frac{\partial z}{\partial \varphi} + \frac{R}{Q}\frac{\partial z}{\partial y} = 0$$

soit jacobien. L'identité en φ

$$R\left(\frac{\partial P}{\partial y} - \frac{\partial Q}{\partial x}\right) = P\left(\frac{\partial Q}{\partial \varphi} + \frac{\partial R}{\partial y}\right) - Q\left(\frac{\partial R}{\partial x} + \frac{\partial P}{\partial \varphi}\right)$$

---

(1) Séance du 15 janvier 1940.

conduit aisément au système (Σ) des conditions pour les coefficients cherchés; il est formé de $2m$ équations du premier ordre à $3m$ inconnues (car on peut tout de suite supprimer dans P et Q les termes en φ^m) et paraît inabordable, même pour les petites valeurs de m. Nous en donnons ici une *transformation* non encore rencontrée.

II. Soit le cas simple d'une équation : $dy - A(x, y)\varphi\, dx = 0$ [où l'on peut remplacer x par $\xi(x)$, y par $\eta(y)$]; on trouve, *en fixant* x, un système (Σ) déterminé de $(m+1)$ équations à $(m+1)$ inconnues. En posant $R = (\varphi - \varphi_1)\ldots(\varphi - \varphi_m)$, j'ai reconnu l'existence des *caractéristiques d'Ampère* θ_i du problème, qui sont les intégrales des équations $dy - A(x, y)\varphi_i dx = 0$; soit (α) $[1/(\partial R/\partial\varphi_i)](dy/A - \varphi_i dx) = \mu_i d\theta_i$ où $\partial R/\partial\varphi_i = (\varphi_i - \varphi_1)\ldots(\varphi_i - \varphi_m)$.

Ceci m'a conduit à prendre les θ_i comme *variables indépendantes* et à déterminer d'abord les φ_i et les μ_i en fonction des θ_i, de manière que

$$d\varphi = \sum \frac{\mu_i d\theta_i}{\varphi - \varphi_i}$$

possède une solution φ dépendant d'une constante.

On trouve ainsi

$$\mu_i = \frac{\partial\omega}{\partial\theta_i}; \quad \frac{\partial}{\partial\theta_k}\left(\varphi_i \frac{\partial\omega}{\partial\theta_i}\right) = \frac{\partial}{\partial\theta_i}\left(\varphi_k \frac{\partial\omega}{\partial\theta_k}\right) \quad \text{et} \quad \frac{\partial\omega}{\partial\theta_k} = (\varphi_i - \varphi_k)\frac{\partial\varphi_i}{\partial\theta_k},$$

et ce système (Ω), déterminé, peut être débarrassé de ω ou des φ_i.

Le système (Ω_ω) formé en partant des relations

$$\varphi_i - \varphi_k = \zeta_{ik} = \varepsilon_{ik}\sqrt{\frac{-2\omega_i\omega_k}{\omega_{ik}}},$$

où $\varepsilon_{ik} + \varepsilon_{ki} = 0$, ε_{ik} étant ± 1 et où ω_i, ω_{ik} sont $\partial\omega/\partial\theta_i$, $\partial^2\omega/\partial\theta_i\partial\theta_k$, le radical étant arithmétique, donne les φ_k au moyen de φ_1, puis la dérivée $\partial\varphi_1/\partial\theta_1$ et les conditions d'intégrabilité de φ_1 dont toutes les dérivées sont connues. Il comprend des équations du second ordre $\zeta_{ik} + \zeta_{kl} + \zeta_{li} = 0$ en nombre $m(m-1)(m-2)/6$, qu'on peut rendre rationnelles, puis des équations du troisième et du quatrième ordre nouvelles. Sa solution générale dépend de m couples de fonctions d'un des arguments θ_i.

L'élimination de ω dans (Ω) est immédiate; le système (Ω_φ) renferme, avec des équations du premier ordre entre des $\partial\varphi_i/\partial\theta_k$, des équations du second ordre qui donnent toutes les dérivées secondes, sauf la moitié des dérivées $\partial^2\varphi_i/\partial\theta_k^2$.

Il reste à tenir compte des relations (α), qui possèdent m combinaisons

intégrables. On en déduit d'abord

$$S_k = \Sigma \varphi_i^k \frac{\partial \omega}{\partial \theta_i} d\theta_i = 0 \qquad (k = 0, \ldots, m-3),$$

qui conduisent *de proche en proche* à $(m-2)$ différentielles exactes

$$d\omega = S_0 = 0, \qquad d\sigma_1 = S_1 = 0, \qquad d\sigma_2 = S_2' = 0, \qquad d\sigma_3 = S_3 + \omega S_1 = 0, \qquad \ldots.$$

Ensuite la combinaison intégrable $d\sigma_{m-2}$ donne $-dx = d\sigma_{m-2}$ et y est solution d'un système complet de $(m-1)$ équations. Nous avons donc, par des *quadratures de différentielles totales* et l'intégration du système pour y, les $\theta_1, \ldots, \theta_m$ exprimés en x, y, ainsi que A.

a. Les cas $m=1$, $m=2$ sont *singuliers*.

Pour $m=1$, les équations de (Σ) (cf. § I) permettent de poser

$$\varphi_1 = \frac{\partial \theta}{\partial x}, \qquad \frac{1}{A} = \frac{\partial \theta}{\partial y},$$

où θ doit satisfaire à l'équation

$$\left(1 - \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2}\right)\frac{\partial \theta}{\partial y} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial x \, \partial y}\frac{\partial \theta}{\partial x} = 0,$$

qui donne immédiatement $x - \partial\theta/\partial x = f(\theta)$. Cette dernière relation définit θ en x et y (y étant la constante d'intégration); θ est la caractéristique ([2]).

Pour $m=2$, le système qui donne ω comporte *une seule* équation du quatrième ordre avec un seul terme d'ordre quatre, $\partial^4 \omega / \partial \theta_1^2 \, \partial \theta_2^2$; celui qui définit les φ donne $\partial^2 \varphi_1 / \partial \theta_1 \, \partial \theta_2$ et $\partial^2 \varphi_2 / \partial \theta_1 \, \partial \theta_2$ à l'aide de dérivées premières. Si l'on garde les variables x, y on a, pour toute inconnue, un système d'ordre *plus élevé*, par exemple deux équations du quatrième ordre avec trois caractéristiques communes y, θ_1, θ_2 pour le produit $\varphi_1 \varphi_2$.

III. Dans le cas général, partant de l'expression de $d\varphi$, décomposée en fractions simples,

$$d\varphi = \sum \frac{\alpha_i \, dx + \beta_i \, dy}{\varphi - \varphi_i},$$

nous posons $\alpha_i \, dx + \beta_i \, dy = \mu_i \, d\theta_i$ et retombons sur le problème précédent, relatif à

$$d\varphi = \sum \frac{\mu_i \, d\theta_i}{\varphi - \varphi_i}.$$

([2]) Cette solution est celle donnée dans les *Comptes rendus du Congrès des Mathématiciens*, Strasbourg, 1920, p. 17.

Si l'on a une solution ω de (Ω_ω) et les φ_i correspondants en $\theta_1, \ldots, \theta_m$, on peut prendre *arbitrairement* $\theta_i = \theta_i(x, y)$, ce qui donne

$$\alpha_i = \frac{\partial\omega}{\partial\theta_i}\frac{\partial\theta_i}{\partial x}, \qquad \beta_i = \frac{\partial\omega}{\partial\theta_i}\frac{\partial\theta_i}{\partial y},$$

et ensuite

$$P\,dx + Q\,dy = \frac{\partial\omega}{\partial\theta_1}d\theta_1(\varphi - \varphi_2)\ldots(\varphi - \varphi_m) + \ldots.$$

On a bien une solution avec m fonctions arbitraires de x, y.

IV. Les deux solutions précédentes sont les *termes extrêmes* d'une suite. Soit

$$\frac{R(\varphi)}{\varphi - \varphi_i} = \varphi^{m-1} + (r_1 + \varphi_i)\varphi^{m-2} + (r_2 + r_1\varphi_i + \varphi_i^2)\varphi^{m-3} + \ldots,$$

avec $R = \varphi^m + r_1\varphi^{m-1} + \ldots$; on peut écrire

$$\begin{aligned} P\,dx + Q\,dy = {} & d\omega(\varphi^{m-1} + r_1\varphi^{m-2} + \ldots + r_{m-1}) \\ & + S_1(\varphi^{m-2} + r_1\varphi^{m-3} + \ldots + r_{m-2}) + \ldots + S_{m-2}(\varphi + r_1) + S_{m-1}. \end{aligned}$$

On voit donc que, si l'on ajoute les équations $S_0 = 0, \ldots, S_k = 0$ qui équivalent aux relations intégrables $d\sigma_0 = 0, \ldots, d\sigma_k = 0$, on n'a plus pour définir P et Q qu'à prendre, *arbitrairement* en x, y, les fonctions $\sigma_{k+1}, \ldots, \sigma_{m-1}$ et les $k+1$ relations $\sigma_0 = c_0, \ldots, \sigma_k = c_k$, où les c_i sont des constantes; on aura une *forme type* en posant $\sigma_{m-2} = x$.

Pour cette solution, P et Q ne sont en φ que du degré $(m - k - 2)$ et la réciproque est vraie.

Remarque. — On obtiendra des solutions particulières du système (Ω_ω) en imposant à l'équation $P\,dx + Q\,dy = 0$ une réduction à l'un des cas types, où son groupe de rationalité est projectif.

M. E. Cartan fait hommage à l'Académie des *Comptes rendus du Congrès des Sciences mathématiques*, tenu à Liége du 17 au 22 juillet 1939 à l'occasion de l'*Exposition internationale de l'Eau*.

CORRESPONDANCE.

M. Jules Rouch adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention qui lui a été accordée sur la *fondation Loutreuil* en 1939.

TOPOLOGIE. — *Homéomorphies.*

Note (1) de M. **Gustave Choquet**, présentée par M. Élie Cartan.

Cette Note précise ou corrige certaines prévisions faites précédemment (2). Les ensembles H considérés sont les ensembles fermés du plan P tels que toute homéomorphie entre H et un homologue quelconque soit prolongeable à tout le plan.

La méthode des contours d'approximation donne la raison pour laquelle un continu n'est pas en général un continu H, et permet la construction de continus H indécomposables et absolument indécomposables; elle donne la construction du continu H indécomposable dont la structure est la plus simple possible.

Notons que le même principe donne la construction, sur la sphère, de continus H indécomposables qui la divisent.

Supposons maintenant qu'un continu C soit formé d'un continu jordanien γ et d'une ou plusieurs courbes homéomorphes à une demi-droite et ayant leurs éléments d'accumulation sur la frontière φ de γ. On peut donner les conditions nécessaires et suffisantes pour que C soit un continu H : D'abord C est toujours différent d'un arc simple et ne divise pas le plan. Puis la représentation cyclique de φ donnée par M. Denjoy (3) permet, grâce au fait qu'à deux points voisins du cercle représentatif correspondent deux points de φ joignables, dans $(P - \gamma)$, par un petit arc de Jordan, de faire correspondre à tout continu H de cette famille un continu analogue où γ est un cercle et inversement (l'inverse demande quelques restrictions non indiquées ici).

Or les continus de la famille, où γ est un cercle, se ramènent, à une homéomorphie près, aux types suivants :

1° Il y a une seule demi-droite de Jordan. Alors H se compose d'un cercle de rayon 1 et de la courbe d'équation polaire

$$\rho_1 = \frac{t+2}{t+1}; \qquad \omega_1 = t\sin t + (u+v)\sin t + (u-v)\,|\sin t|$$

ou d'équation

$$\rho_2 = \rho_1; \qquad \omega_2 = t.$$

(1) Séance du 3 avril 1939.

(2) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 634.

(3) *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 570.

Dans ces équations, ω est mesuré en radians; u et v sont des fonctions de t à dérivées supérieures à un nombre positif non nul; t varie de o à ∞.

2° Il y a plusieurs demi-droites de Jordan. Toutes sont alors du type ρ_1, ω_1. Si α est l'indice de l'une d'elles, son équation est

$$\rho_\alpha = \rho_1, \qquad \omega_\alpha = f_\alpha(t),$$

$f_\alpha(t)$ étant une fonction de type ω_1 ; la différence entre deux fonctions $f_\alpha(t)$ garde un signe constant, ne tend pas vers zéro avec $1/t$ et reste toujours inférieure à 2π.

Il peut y avoir dans H une infinité de ces courbes, de puissance $\aleph^0$ ou $\aleph^1$.

L'anatomie de l'ensemble $(H - \gamma)$ peut être révélée par une section par un petit segment convenable; *cette section peut être un ensemble linéaire parfait quelconque.*

Remarque. — L'ensemble d'accumulation des demi-droites de Jordan est toujours la *totalité de la frontière de* γ.

Comme les continus de Jordan sont les seuls qui admettent une représentation cyclique continue, on ne peut étudier par cette méthode les continus H formés de demi-droites de Jordan ayant leur élément d'accumulation sur un continu γ non jordanien. *On peut pourtant construire de tels continus* H *où* γ *n'est ni jordanien, ni un continu* H, les éléments d'accumulation des demi-droites de Jordan étant, pour les unes γ en entier, pour les autres une partie de γ.

Ensembles H *non continus.* — Voici leur caractérisation :

1° Si tout continu majeur est un arc de Jordan, H est un sous-ensemble d'un arc de Jordan, et réciproquement;

2° S'il y a un continu majeur C qui n'est pas un arc de Jordan, tout autre continu majeur est un arc de Jordan λ tel que $\lambda(\overline{H - \lambda})$ égale au plus les extrémités de λ.

Deux cas sont alors possibles :

α. Il n'y a qu'un nombre fini d'arcs de diamètre supérieur à un nombre donné quelconque. Alors C est un continu H, et l'ensemble $C(\overline{H - C})$ ne contient que des points extrêmes de H. *La réciproque est vraie.*

β. S'il y a une infinité d'arcs de diamètre supérieur à un nombre donné, leur seul ensemble d'accumulation est sur C.

Nous avons construit un tel exemple H *où* C *n'est pas lui-même un continu* H.

Ensembles discontinus. — Soient F, F′ deux ensembles fermés dénombrables d'un espace cartésien. Cantor a montré qu'il existe un nombre transfini α de seconde classe tel que le dérivé $F^{(\alpha)}$ se réduise à un nombre fini n de points $(n \neq 0)$. Soit, pour F′ les nombres analogues n' et α'.

THÉORÈME. — *Quand* $\alpha = \alpha'$ *et* $n = n'$, *les ensembles* F *et* F' *sont homéomorphes.*

Généralisation. — Soient F, F' deux ensembles fermés d'un espace métrique; K et K' deux sous-ensembles fermés de F, F' tels que (F — K) et (F' — K') soient dénombrables. Soient α la plus petite limite supérieure des nombres de Cantor des sous-ensembles fermés de (F — K), et β_M la limite analogue pour les sous-ensembles fermés de (F — K) situés dans le voisinage d'un point M de K. Soient α', $\beta'_{M'}$ les nombres correspondants pour F' et K'.

THÉORÈME. — *Si* $\alpha = \alpha'$ *et s'il y a entre* K *et* K' *une homéomorphie telle qu'en deux points homologues* M, M', *on ait* $\beta_M = \beta'_{M'}$, *cette homéomorphie est prolongeable à* F, F'.

Continus stratifiés. — Nous considérons les continus plans C, irréductibles entre deux points, ordonnables à la façon d'un segment, toute tranche d'ordre donné étant un arc simple de Jordan ou un point.

Il existe de tels continus où chacun de ces arcs a un diamètre supérieur à 1.

THÉORÈME. — *La condition pour qu'un continu* C *soit homéomorphe à un continu d'équation* $f(x) \leq y \leq g(x)$ *est que les tranches qui sont des points soient denses partout.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Singularités imaginaires du problème isoscèle plan des trois corps.* Note de M. **Constantin Dramba**, présentée par M. Jean Chazy.

M. Uno [1] a défini dans le problème général des trois corps de nouveaux chocs, les chocs binaires doubles. Au moment t_0 du choc, deux distances mutuelles s'annulent, tandis que la troisième a une valeur bien déterminée, finie et différente de zéro.

M. Sundman et M. Levi-Civita ont étudié les singularités réelles par des méthodes différentes, sur lesquelles bien des mathématiciens sont revenus. Les premières singularités imaginaires, chocs binaires imaginaires, ont été signalées [2] par M. Chazy.

Nous avons repris l'étude des chocs de M. Uno, au point de vue de la

(1) *Annali di Matematica*, **14**, 1935, p. 111.
(2) *Comptes rendus*, **157**, 1913, p. 1398.

représentation des solutions d'un système différentiel au voisinage des multiplicités singulières, en appliquant un théorème énoncé [3] par M. Chazy.

Si, dans le problème isoscèle plan et symétrique, nous désignons par z la demi-distance entre les deux masses m, par ξ la distance de la troisième masse M au centre de gravité des deux premières, un choc binaire double a lieu lorsque

$$R^2 = z^2 + \xi^2 = z^2\left[1 + \left(\frac{\xi}{z}\right)^2\right] = z^2(1 + X^2) = 0, \qquad \text{avec} \quad z \neq 0,$$

donc lorsque $X = i$. R désigne la longueur commune des côtés égaux. Introduisons avec X une autre variable $Y = d\xi/dz$.

Nous obtenons un système différentiel, dont les dénominateurs ne sont pas holomorphes à cause du facteur $(X + i)^{1/2}$. Mais, par l'introduction d'une nouvelle variable $(X + i)^{1/2} = x$, nous obtenons un système holomorphe au voisinage de tout point de la multiplicité singulière à une dimension

$$x = 0, \qquad y = Y - i\,\frac{2m + M}{M} = 0, \qquad z \text{ quelconque}.$$

L'équation caractéristique du système a les racines 0, $+1$, $+2$. Dès lors le système différentiel admet en chaque point de la multiplicité singulière des solutions qui engendrent deux autres multiplicités. L'une d'elles a pour équation

$$z = z_0 + i\,\frac{M}{2m}\,z_0 x^2 + S_3(x, y; z_0); \tag{1}$$

S_3 signifie une série entière des variables x et y qui commence par des termes d'ordre 3. L'étude des solutions du problème, au voisinage d'un choc binaire double, se réduit ensuite à l'intégration du système

$$\frac{dx}{2x + S_2(x, y)} = \frac{dy}{y + S_2(x, y)}, \tag{2}$$

où, dans les deux dénominateurs, S_2 représente des séries différentes. Dans un travail qui paraîtra ultérieurement, nous avons montré que la solution de cette équation ne comporte pas de logarithmes, comme cela arrive

---

[3] Qui généralise les résultats classiques par lesquels Poincaré a défini les nœuds, cols, foyers et cols-foyers, et les lignes de nœuds, de cols et de foyers dans un système différentiel d'ordre 2 (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 51, 1932, p. 79).

généralement. On en déduit

$$[2x + S_2(x, y)]^{\frac{1}{2}} = C[y + S_2(x, y)],$$
$$x = y^2 S(y);$$

$S(y)$ est une série entière qui a un terme constant. De l'intégrale du système différentiel on tire

$$t - t_0 = y^5 S(y),$$

d'où par inversion

$$y = (t - t_0)^{\frac{1}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{1}{5}}\right].$$

Finalement nous obtenons

$$z = z_0 + (t - t_0)^{\frac{4}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{4}{5}}\right],$$
$$\xi = - i z_0 + (t - t_0)^{\frac{4}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{4}{5}}\right],$$
$$R = (t - t_0)^{\frac{2}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{4}{5}}\right].$$

Nous avons donc obtenu pour z, ξ, R des développements suivant les puissances entières et positives de $(t - t_0)^{1/5}$. R est un infiniment petit d'ordre 2/5 par rapport à $(t - t_0)$. Pour démontrer la convergence de nos développements on utilise les séries majorantes de Poincaré.

Les solutions que nous venons d'étudier dépendent de 4 constantes arbitraires : t_0 instant du choc, z_0 la constante h de l'intégrale première, et enfin la constante C qui s'introduit par l'intégration du système (2).

Dans la Note que nous avons citée M. Chazy a montré, dans le problème général des trois corps, qu'au voisinage d'un choc binaire imaginaire les coordonnées et les distances sont développables en séries entières en $(t - t_0)^{1/2}$ et que le nombre de constantes arbitraires est égal à l'ordre du système différentiel : ce qui n'a pas lieu au voisinage d'un choc réel, qui dépend de deux constantes de moins que la solution générale. De même ici le système différentiel étant d'ordre 4, il résulte que, pour des valeurs arbitraires des quatre constantes, la solution pourra admettre des chocs binaires imaginaires.

HYDRAULIQUE. — *Sur l'écoulement permanent à l'entrée d'un canal découvert.* Note[1] de M. LÉOPOLD ESCANDE, présentée par M. Charles Camichel.

Un canal à écoulement libre, à section droite rectangulaire et à fond horizontal, est alimenté par un bassin de vastes dimensions. En l'absence

(1) Séance du 15 janvier 1940.

de toute tubulure (*fig.* 1), il se produit à l'entrée une double contraction latérale, de telle sorte qu'on retrouve, dans le cas actuel, pour une charge amont $h_1 \neq H_1$ donnée, et suivant les valeurs de la retenue aval h_2, les

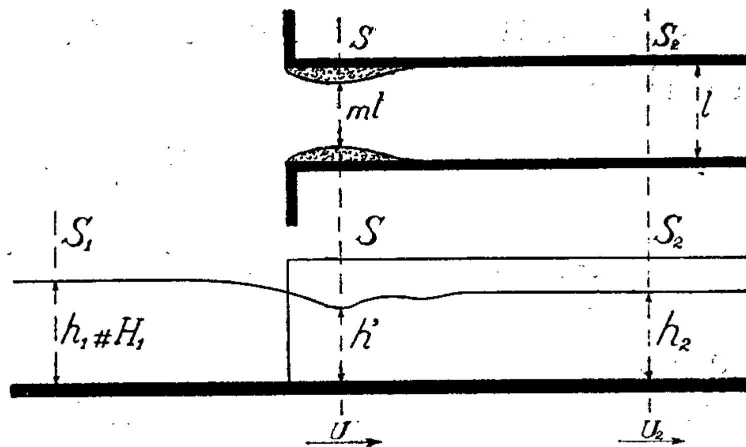


Fig. 1.

quatre modes d'écoulements décrits à propos de nos recherches sur l'écoulement entre piles de pont [2] :

mouvement à veine dénoyée (*fig.* 2_a);
mouvement critique (*fig.* 2_b);
mouvement noyé (*fig.* 2_c);
mouvement axial (*fig.* 2_d),

le débit ne dépendant du niveau aval que dans les deux derniers cas.

Pour l'écoulement axial, q désignant le débit par unité de largeur, m le coefficient caractérisant les contractions latérales de la veine, et les autres notations, indiquées sur la figure 1, étant les mêmes que dans l'étude des piles de pont précitée, l'application du théorème de Bernoulli entre S_1 et S (région où les pertes de charge sont négligeables), et du théorème d'Euler entre S et S_2, permet d'écrire les 2 relations distinctes

$$(1) \qquad q = mh'\sqrt{2g(H_1 - h')},$$

$$(2) \qquad h_2^2 + \frac{2q^2}{gh_2} = h'^2 + \frac{2q^2}{gmh'},$$

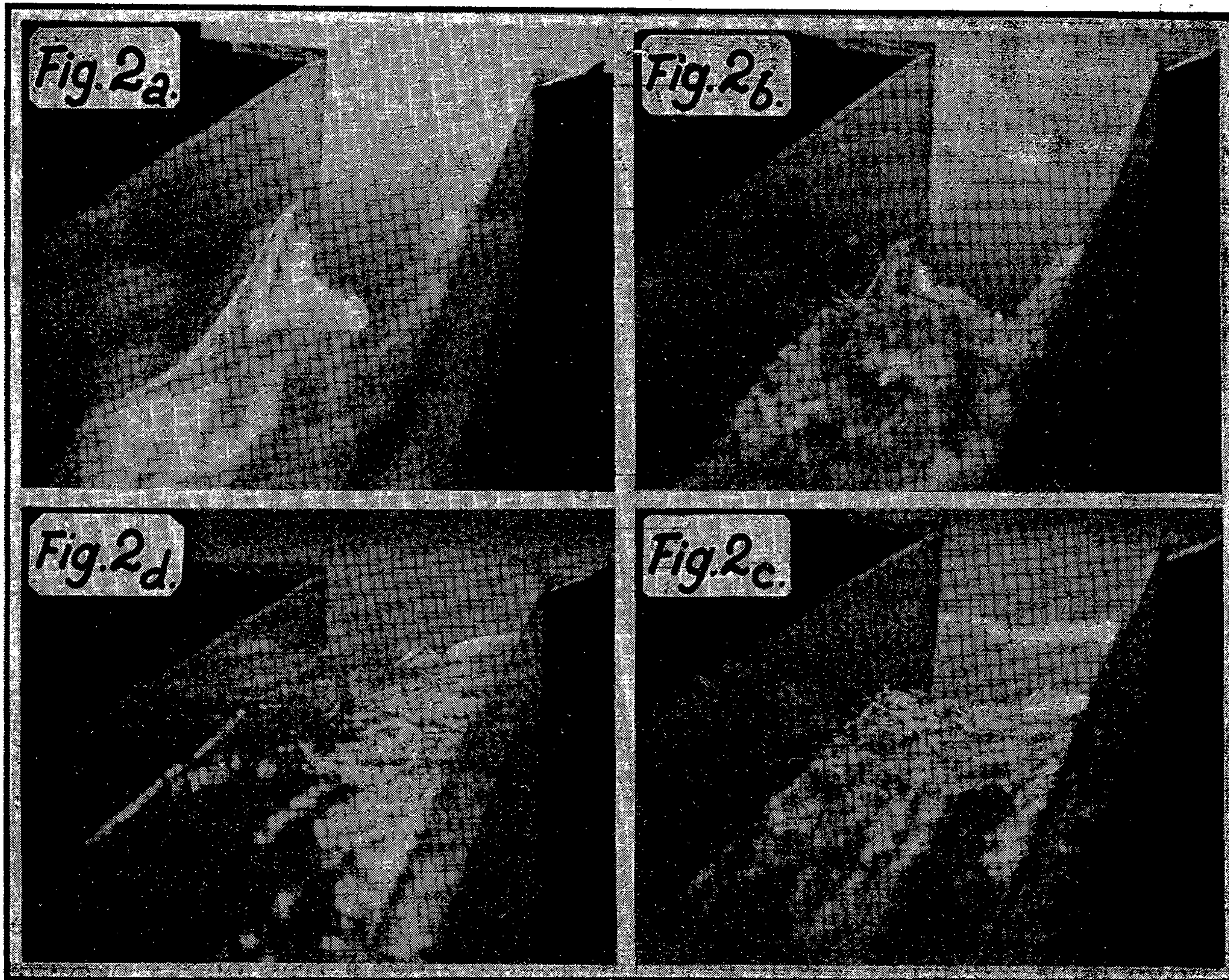
d'où l'on tire l'expression de la perte de charge ξ existant entre S et S_2

$$(3) \qquad \xi = \frac{(U - U_2)^2}{2g} - \frac{(h_2 - h')^2}{2h_2}.$$

Dans le cas de l'écoulement critique, la veine, après la double con-

[2] *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1970 et **209**, 1939, p. 14.

traction latérale initiale, s'aplatit en s'élargissant de telle sorte que dans une section S_D, un peu en aval de S, elle occupe, avec un profil d'ailleurs complexe, toute la largeur du canal, le tirant d'eau moyen passant alors



par un minimum D; ξ_1 et ξ_2 étant les pertes de charge entre S_1 et S_D, d'une part, et entre S_D et S_2, d'autre part, on établit simplement les relations suivantes, identiques à celles des piles de pont :

$$q = D\sqrt{2g(H_1 - h' - \xi_1)}, \quad (4)$$

$$h_2 D \frac{D + h_2}{2} = \frac{q^2}{g}, \quad (5)$$

$$\xi_2 = \frac{(h_2 - D)^3}{4Dh_2}. \quad (6)$$

Si l'on supprime les contractions en tête du canal, au moyen d'un pavillon, l'écoulement se fait à pleine section.

Si, par contre, on fait pénétrer les parois latérales à l'intérieur du bassin d'une quantité suffisante pour constituer un ajutage rentrant, on exagère l'importance des contractions latérales. Avec les équations précédentes, toujours valables, on obtient alors les relations suivantes pour l'écoulement axial :

$$m = \frac{H_1 + h'}{4h'}, \tag{7}$$

$$\frac{8q^2}{g} = (H_1 + h')^2 (H_1 - h'), \tag{8}$$

$$q = \sqrt{\frac{gh_2}{2}(H_1^2 - h_2^2)}. \tag{9}$$

En ce qui concerne l'écoulement critique, on peut remplacer la relation (4) par deux équations distinctes, (5) et (6) demeurant valables :

$$\xi_1 = \frac{(3D - H_1)(H_1 - D)}{4D}, \tag{10}$$

$$q = \sqrt{\frac{gD}{2}(H_1^2 - D^2)}. \tag{11}$$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une inégalité à longue période de l'excentricité de l'orbite de Pluton due à l'action de Neptune.* Note de M. **Henri Roure**, présentée par M. Jean Chazy.

Le développement de nos recherches sur le mouvement troublé de Pluton nous a conduit à étudier certaines inégalités à très longue période qui dépendent de l'argument $3l' - 2l$, où l' et l désignent respectivement la longitude moyenne de Pluton et celle de Neptune.

En particulier, nous signalons une inégalité de l'excentricité de l'orbite de Pluton, qui dépend de cet argument et dont le coefficient est assez considérable.

Pour la calculer, nous avons suivi la méthode de Leverrier et nous avons utilisé comme base de nos calculs les éléments de Neptune donnés par la *Connaissance des Temps* et les éléments de Pluton donnés par M. Zagar ([1]), ces éléments étant ramenés à l'équinoxe de 1900,0. Nous avons obtenu ainsi pour le coefficient de t dans l'argument signalé plus

([1]) *Circulaire de Copenhague*, n° 305, novembre 1930, p. 17.

haut la valeur

$$3n' - 2n = -107'',5.$$

Nous avons calculé les arcs τ, τ' ainsi que l'inclinaison mutuelle des orbites γ, puis les coefficients de Laplace, les coefficients de la fonction perturbatrice $R_{(1,0)}$ pour les divers termes qui dépendent de l'argument $3l' - 2l$, et enfin les coefficients relatifs à l'inégalité $\delta e'$, au moyen des formules données par Leverrier (²).

Nous avons réduit ensuite la somme des termes calculés à la forme

$$A\cos(3l' - 2l - 2\tau' + 2\tau) + B\sin(3l' - 2l - 2\tau' + 2\tau),$$

et nous avons obtenu, pour A et B, les valeurs

$$\log A = \bar{3},630592, \qquad \log B = \bar{3},560055.$$

Nous avons réduit ensuite cette expression à la forme

$$M\cos(3l' - 2l - 2\tau' + 2\tau - \Omega),$$

et nous avons trouvé, en exprimant M en secondes sexagésimales et en tenant compte de ce que $\tau' - \tau = -0°,5'55'',97$,

$$M = 1156'',4, \qquad \Omega = 40°,22'2'',62;$$

ce qui nous a donné, pour l'inégalité cherchée, l'expression

$$\delta e' = 1156'',4\cos(3l' - 2l - 40°,33'54'',56).$$

Elle a une période de 12055,8 années.

A cette inégalité en correspond une de l'excentricité de l'orbite de Neptune, de même période, mais dont le coefficient, calculé en supposant à Pluton une masse égale à la moitié de celle de la Terre, a pour valeur 56'',2. Vu la longueur de sa période, cette inégalité de l'excentricité de l'orbite de Neptune doit être très peu sensible.

(²) *Annales de l'Observatoire de Paris*, 10, 1868, p. 15, 38 à 45, 144.

COSMOGONIE. — *Sur l'âge du système solaire.*
Note (¹) de M. **Constantin Popovici**, présentée par M. Louis de Broglie.

Nous avons trouvé (²) que les éléments d'une orbite planétaire doivent subir, par l'intervention de la pression de la lumière, des variations séculaires qui correspondent, après n révolutions autour du Soleil, aux formules

$$(1)\qquad \eta_n = \eta_0 e^{-2n\alpha\pi}, \qquad a_n = a_0 \frac{1-\eta_0^2}{1-\eta_0^2 e^{-4n\alpha\pi}}, \qquad p_n = p = \frac{b_n^2}{a_n}, \qquad \alpha = \frac{C}{c}\frac{R}{A-R}\frac{1}{2p},$$

η_n l'excentricité, a_n le demi-grand axe, p_n le paramètre, C constante des aires, c vitesse de la lumière, A attraction de la masse et R répulsion de la lumière du Soleil.

Dans une Note précédente nous avons donné une majorante de l'âge du système solaire, c'est-à-dire une évaluation du temps écoulé depuis que Mercure s'est détaché de la nébuleuse Soleil en calculant, d'après ces formules, le temps qu'a mis la distance aphélie de Mercure pour passer de la valeur 0,7 à la valeur 0,48, c'est-à-dire le temps écoulé depuis que Mercure eut atteint l'orbite de Vénus. En considérant que Mercure fait 416 révolutions par siècle, nous avons trouvé pour notre majorante 22 milliards de siècles (³).

Nous allons maintenant chercher la modification que doit subir cette majorante, en tenant compte de certaines objections que nous avons relevées dans la Note précédente :

I. Mercure fait autour du Soleil 416 tours par siècle. Cela peut être considéré comme suffisamment vrai pendant quelques milliers d'années;

(¹) Séance du 15 janvier 1940.

(²) *Bul. Astr., Mémoires et Variétés,* Paris, 3, 1923, p. 257-261. Voir aussi *Comptes rendus,* **208**, 1939, p. 2052.

(³) Cette majorante tombe juste entre deux autres évaluations, 1,15 et 150 milliards de siècles obtenues par deux autres moyens différents de la vie du Soleil. Voir Bosler, *Astrophysique,* p. 241-243. Dans nos calculs nous avons tenu compte des états probables de la nébuleuse Soleil, suivant les théories de Russel et Lockyer.

mais non pendant des milliards d'années. Combien de siècles (actuels) correspondent à 416 tours de Mercure ?

Désignons par T_n la période de temps qui correspond à une révolution sidérale de Mercure après n tours. Nous aurons, la force étant centrale,

$$(2)\quad \begin{cases} T_n = \dfrac{2\pi}{C} a_n b_n \quad \text{et puisque } p_n = p_0, \quad \text{voir (1)}, \\ \text{alors} \quad T_n^2 = \dfrac{4\pi^2}{C^2 p_0} a_n^3 = T_0^2 \dfrac{a_n^3}{a_0^3}, \qquad T_n = T_0 \dfrac{(1-\eta_0^2)^{\frac{3}{2}}}{(1-\eta_0^2 e^{-2n\pi\alpha})^{\frac{3}{2}}}. \end{cases}$$

L'expression

$$(3)\quad \mathfrak{T} = \frac{T_0(1-\eta_0^2)^{\frac{3}{2}}}{416} \sum_0^{-N} \frac{1}{(1-\eta_0^2 e^{-4n\pi\alpha})^{\frac{3}{2}}}$$

et, plus précisément,

$$(3')\quad \mathfrak{T} = \frac{T_0(1-\eta_0^2)^{\frac{3}{2}}}{416} \int_0^N \frac{dn}{(1-\eta_0^2 e^{+4n\pi\alpha})^{\frac{3}{2}}},$$

nous donnera le nombre de siècles (actuels) dans lesquels Mercure a fait $N = 416n$ tours. Dans notre cas, nous pouvons avoir une évaluation suffisante de T avant d'effectuer la sommation ([4]). On déduit de (1) que, pour l'excentricité $\eta = \eta_0 e^{0,76} = 0,45$, l'orbite de Mercure atteignait celle de Vénus, et comme $\eta_0 = 0,21$, alors on déduit de (3), en remplaçant $\mathfrak{T}$ par $\mathfrak{T}_{416}$,

$$(4)\quad T_0 < \frac{\mathfrak{T}}{N} < T_0 \frac{(1-\eta_0^2)^{\frac{3}{2}}}{(1-\eta_0^2 e^{0,76})^{\frac{3}{2}}}.$$

Donc

$$(4')\quad NT_0 < \mathfrak{T} < NT_0 1,313.$$

Admettons la valeur moyenne $\mathfrak{T} = NT_0 1,16$, alors au lieu de 22 milliards de siècles, nous aurons $22 . 1,16 = 25,5$ milliards de siècles.

II. Une seconde objection que nous avons faite était celle-ci : Depuis ces

---

([4]) On a

$$\int_0^N \frac{dn}{(1-\eta_0^2 e^{4n\pi\alpha})^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{2\pi\alpha} \int_{\eta_0}^{\eta} \frac{d\eta}{\eta(1-\eta^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{2\pi\alpha} \left| L\eta + \frac{1}{\sqrt{1-\eta_0^2}} - L(1+\sqrt{1-\eta_0^2}) \right|_{\eta_0}^{\eta}.$$

milliards de siècles la nébuleuse a perdu sa masse par radiation; lorsque la masse était plus grande, les révolutions de Mercure étaient plus courtes. Faisons l'hypothèse provisoire, mais vraisemblable, que la masse du Soleil était quatre fois celle d'aujourd'hui, lorsque Mercure s'en est détaché, donc en moyenne deux fois depuis cette époque jusqu'à l'actuelle; alors le temps de révolution T_n variant en raison inverse de la racine carrée de la masse, les périodes de révolution étaient en moyenne $\sqrt{2}$ fois plus rapides, donc il faut prendre $\mathcal{T} = 25,5/\sqrt{2} = 18$ milliards de siècles.

III. Mais, la masse étant n fois plus grande, l'attraction est n fois plus grande aussi, et alors, à éclat égal, le rapport de l'attraction à la répulsion devient n fois plus grand. Dans notre cas il faut donc prendre $\mathcal{T} = 18,2 = 37$ milliards de siècles.

GÉODÉSIE. — *Mesures de l'intensité de la pesanteur en France pendant l'année* 1939. Note de M. **Raoul Goudey**, présentée par M. Georges Perrier.

Le tableau ci-contre donne les valeurs de l'intensité de la pesanteur en 41 stations françaises; elles comblent quelques lacunes du réseau gravimétrique français.

Les mesures ont été effectuées au moyen des trois gravimètres Holweck-Lejay, n°s 52, 518 *bis* et 651.

Ce tableau est conforme aux prescriptions de l'Association internationale de Géodésie. Les altitudes proviennent, en général, d'un rattachement direct à un repère du Nivellement général de la France, elles sont exactes à un mètre près. Celles qui sont inscrites en italiques provenant d'un nivellement barométrique ou d'une estimation d'après une carte sont moins précises.

Les valeurs de g publiées ici sont rapportées aux stations de référence : Paris g 980, 943; Toulouse 980, 437.

Les stations inscrites en caractères gras sont des stations répétées.

La correction de Bouguer a été calculée avec la densité uniforme de 2,7; la correction topographique n'a pas été faite.

Stations.	Lat.	Long. Greenwich.	Alt.	Date.	g observé.	g_0.	g''_0.	γ_0.	$g''_0-\gamma_0$.	$g_0-\gamma_0$.	γ'_0.	$g''_0-\gamma'_0$.	$g_0-\gamma'_0$.	Emplacement.
	° ′	° ′	m		g	g	g	g	mg	mg	g	mg	mg	
Nangis	48.33,3	3. 0,9	130	15 VII	980,900	980,940	980,926	980,937	−11	+ 3	980,950	−24	− 9	Église.
Romilly-sur-Seine	48.31,1	3.43,4	81	15 »	980,907	980,932	980,923	980,934	−11	− 2	980,946	−24	−14	Église.
Troyes	48.17,9	4. 4,8	*113*	16 »	980,885	980,920	980,907	980,914	− 7	+ 6	980,927	−20	− 7	Église Saint-Urbain.
Bar-sur-Seine	48. 7,0	4.22,5	154	17 »	980,858	980,906	980,888	980,898	− 9	+ 8	980,910	−22	− 5	Église.
Châtillon-sur-Seine	47.51,5	4.34,5	219	17 »	980,812	980,880	980,855	980,874	−19	+ 5	980,887	−32	− 8	Église Saint-Nicolas.
Colmiers-le-Haut	47.47,0	4.57,9	*438*	18 »	980,757	980,892	980,843	980,868	−25	+25	980,880	−38	+12	Église.
Champlitte	47.37,0	5.31,0	*250*	18 »	980,787	980,864	980,836	980,852	−17	+12	980,865	−29	− 1	Église.
Besançon	47.15,0	5.59,3	310	19 »	980,748	980,844	980,809	980,819	−10	+25	980,832	−23	+12	Observatoire.
Lons-le-Saunier	46.40,5	5.33,5	258	21 »	980,712	980,792	980,762	980,768	− 5	+24	980,781	−18	+11	Église Cordeliers.
Saint-Julien-sur-Reyssouze	46.24,0	5. 6,5	189	22 »	980,683	980,741	980,720	980,743	−23	− 2	980,756	−36	−14	Église.
Belleville-sur-Saône	46. 6,4	4.45,1	174	22 »	980,680	980,734	980,714	980,716	− 2	+18	980,729	−15	+ 4	Église.
Saint-Genis-Laval	45.41,7	4.47,1	299	23 »	980,614	980,706	980,673	980,679	− 7	+27	980,692	−20	+14	Obs. de Lyon.
Saint-Martin-Lestra	45.43,4	4.21,4	*577*	24 »	980,547	980,725	980,660	980,681	−21	+44	980,695	−35	+30	Église.
Boën	45.44,7	4. 0,2	402	24 »	980,579	980,703	980,658	980,683	−26	+20	980,697	−39	+ 6	Église.
Noirétable	45.49,1	3.46,2	711	25 »	980,523	980,742	980,662	980,690	−28	+52	980,703	−41	+39	Église.
Thiers	45.51,1	3.33,0	408	26 »	980,587	980,713	980,667	980,693	−26	+20	980,706	−40	+ 7	Église Saint-Genès.
Clermont-Ferrand	45.46,2	3. 5,0	386	26 »	980,576	980,695	980,652	980,686	−34	+10	980,699	−48	− 4	Labor. Géologie.
Besse-en-Chandesse	45.30,7	2.56,0	1034	27 »	980,426	980,745	980,628	980,662	−34	+83	980,676	−47	+70	Église.
Condat-en-Féniers	45.20,6	2.45,5	730	27 »	980,461	980,686	980,604	980,647	−43	+39	980,660	−57	+26	Église.
Allanche	45.13,8	2.56,0	980	28 »	980,391	980,693	980,583	980,637	−54	+57	980,650	−67	+43	Église.
Saint-Flour	45. 2,0	3. 5,8	882	28 »	980,400	980,672	980,573	980,619	−46	+53	980,632	−59	+40	Cathédrale.
Chaudesaigues	44.51,3	3. 0,0	765	29 »	980,396	980,632	980,546	980,603	−57	+29	980,616	−71	+16	Église.
Laguiole	44.41,2	2.50,6	*1029*	29 »	980,323	980,641	980,524	980,588	−63	+53	980,601	−77	+40	Église.
Rodez	44.21,1	2.34,4	632	30 »	980,405	980,600	980,529	980,557	−28	+43	980,571	−42	+29	Cathédrale.
Rieupeyroux	44.18,4	2.14,2	*700*	31 »	980,392	980,608	980,529	980,553	−24	+55	980,567	−38	+41	Église.
Mirandol-Bourgnougnac	44. 8,5	2.10,1	397	31 »	980,452	980,575	980,530	980,538	− 9	+36	980,552	−22	+23	Église.
Albi	43.55,6	2. 8,4	175	1 VIII	980,499	980,553	980,533	980,519	+14	+34	980,533	0	+20	Cathédrale.
Saint-Sulpice-la-Pointe	43.46,5	1.41,1	113	1 »	980,474	980,509	980,496	980,505	− 9	+ 4	980,519	−23	−10	Église.
L'Isle-Jourdain	43.36,8	1. 4,8	152	3 »	980,448	980,495	980,478	980,491	−13	+ 4	980,504	−27	− 9	Église.
Lombez	43.28,4	0.54,6	169	3 »	980,427	980,479	980,460	980,478	−18	+ 1	980,492	−32	−13	Cathédrale.
Saint-Clar	43.27,9	1.13,3	217	4 »	980,419	980,486	980,462	980,477	−16	+ 9	980,491	−30	− 5	Église.
Beaumont-de-Lomagne	43.53,1	0.59,2	*127*	5 »	980,482	980,521	980,507	980,515	− 8	+ 6	980,529	−22	− 8	Église.
Condom	43.57,6	0.22,4	86	6 »	980,503	980,530	980,520	980,522	− 2	+ 8	980,536	−16	− 6	Cathédrale.
Nérac	44. 8,2	0.20,3	62	6 »	980,522	980,541	980,534	980,538	− 4	+ 3	980,552	−17	−10	Église Saint-Nicolas.
Cazaubon	43.56,0	−0. 4,4	141	7 »	980,482	980,526	980,510	980,519	−10	+ 6	980,533	−24	− 8	Église.
Labrit	44. 6,3	−0.32,9	85	8 »	980,517	980,543	980,534	980,535	− 1	+ 8	980,549	−15	− 6	Salle des fêtes.
Labouheyre	44.12,9	−0.55,4	70	8 »	980,531	980,553	980,545	980,545	0	+ 8	980,559	−14	− 6	Église.
Beliet	44.30,6	−0.47,6	48	9 »	980,555	980,570	980,564	980,572	− 7	− 2	980,585	−21	−15	Église.
Floirac	44.50,7	−0.31,4	72	9 »	980,567	980,589	980,581	990,601	−20	−12	980,615	−34	−26	Obs. de Bordeaux.
Listrac	45. 4,6	−0.47,5	*47*	10 »	980,595	980,610	980,604	980,623	−19	−13	980,636	−32	−27	Église.
Saint-Trélody	45.18,1	−0.55,3	*10*	11 »	980,623	980,626	980,625	980,643	−18	−17	980,657	−32	−31	Église.

SPECTROSCOPIE. — *Étude photométrique du spectre d'absorption ultraviolet du protoxyde d'azote gazeux aux températures de* $+20°C$. *et* $-90°C$. Note [1] de MM. **Jacques Nicolle** et **Boris Vodar**, présentée par M. Charles Fabry.

On sait que le protoxyde d'azote présente dans l'ultraviolet une absorption continue au-dessus de 2000 Å, suivie de plusieurs bandes situées entre 1000 et 2000 Å. Au-dessus de 2000 Å A.-K. Dutta [2] et L. Henry [3] ont cherché à déterminer l'origine de l'absorption, mais leurs données sont contradictoires.

Le protoxyde d'azote purifié par distillation dans le vide a été étudié sous des épaisseurs comprises entre 70 et 574^{cm} et des pressions allant de 100 à 760^{mm} Hg. On a vérifié directement que la dissociation photochimique ne faussait pas les résultats. Pour les mesures à $-90°C$. un tube de 250^{cm} était refroidi par de la glace carbonique fraîchement pulvérisée (dont la température est notablement inférieure au point de sublimation).

Ainsi nous avons constaté, à masse absorbante égale :

1° que l'absorption est indépendante de la pression;

2° qu'elle est plus faible à $-90°C$. qu'à $+20°C$.;

3° que les courbes représentant le logarithme du coefficient d'extinction moléculaire ε à $-90°C$. et à $+20°C$. en fonction des longueurs d'onde, sont sensiblement parallèles et rectilignes dans le domaine étudié (2150 à 2350 Å). Par suite, le quotient $\varepsilon_{+20°}/\varepsilon_{-90°}$ est indépendant de la longueur d'onde considérée : il a pour valeur 2,95. D'autre part suivant l'axe des abscisses les deux courbes sont distantes de $\Delta\nu = 820^{cm}$;

4° que l'origine de l'absorption est située vers 2350 Å pour la température de $-90°C$. (la valeur exacte de la longueur d'onde origine serait celle pour laquelle l'absorption observée serait égale à l'absorption par diffusion moléculaire). Ce nombre se place entre ceux de L. Henry [3] (2140) et de Dutta [2] (2750) qui sont certainement assez éloignés de la vraie valeur;

5° que l'absorption étudiée n'est qu'une des branches de la bande de Duncan ayant son centre à 1900 Å environ.

---

(1) Séance du 15 janvier 1940.

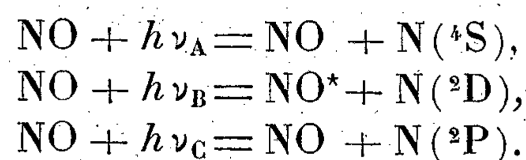
(2) *Proc. Roy. Soc.*, 5e série, **38**, 1932, p. 84.

(3) *J. Chim. phys.*, **32**, 1935, p. 437-446.

L'interprétation de nos résultats conduit aux trois conclusions suivantes.

La dissociation photochimique de N^2O, qui n'a pas été étudiée de façon complète, est responsable de l'absorption observée; cependant tous les auteurs ont constaté la formation d'oxyde azotique suivant l'équation $NO + h\nu = NO + N$, la molécule NO étant à l'état normal et l'atome N à l'état normal (^4S) ou à l'état excité (^2D). Nos résultats permettent de trancher cette incertitude. En effet, après absorption du quantum $h\nu$ le système $NO + N$ possède une certaine énergie potentielle qui se dissipe en chaleur. On peut calculer cette énergie dans l'une ou l'autre des hypothèses précédentes en se servant de la valeur du seuil (121 K cal/mol), et de la chaleur de dissociation de l'azote déterminée par Herzberg et Sponer (169,4 K cal/mol). On trouve respectivement -20 et $+35$ K cal. L'hypothèse de l'azote normal, qui conduit à une valeur positive, est seule admissible. Il est probable que l'énergie vibratoire, qui pourrait conduire à des valeurs négatives, peut être négligée à $-90°$C.

Les bandes du protoxyde d'azote dans la région Schumann sont probablement dues à des dissociations photochimiques; à l'aide de notre seuil et des données de Duncan [4], nous pouvons préciser la nature de ces dernières. De la liste des bandes donnée par Duncan on déduit d'abord que les origines d'absorption de Sen-Gupta [5] (1850 et 1580 cm^{-1}) ne correspondent à aucune réalité. Toutefois les mécanismes de décomposition proposés par ce dernier pourraient s'appliquer à notre seuil (2350 Å) et aux origines d'absorption approximatives qu'on peut tirer du travail de Duncan ($\nu_B = 60800$ et $\nu_C = 71750$ cm^{-1}). En effet, supposons les réactions



$$NO + h\nu_A = NO + N(^4S),$$
$$NO + h\nu_B = NO^* + N(^2D),$$
$$NO + h\nu_C = NO + N(^2P).$$

Si elles représentent bien la dissociation dans les diverses bandes A, B, C et si les courbes de l'énergie potentielle du système $NO + N$, en fonction de la distance de NO à N, sont parallèles entre elles; les différences des diverses fréquences doivent être égales aux différences des termes spectraux. On trouve respectivement, pour $\nu_B - \nu_A$ et $\nu_C - \nu_A$, 18300 et 29250 cm^{-1}, alors que $^2D - {}^4S$ et $^2P - {}^4S$ ont les valeurs 19202 et 28808 cm^{-1}; la

(4) *J. Chim. phys.*, **4**, 1936, p. 638-641.

(5) *Proc. Roy. Soc.*, A, **146**, 1934, p. 824.

concordance approximative de ces nombres permet de considérer comme vraisemblables les équations proposées et le parallélisme des courbes.

L'effet de la température sur l'absorption du gaz indique que l'énergie vibratoire de la molécule varie entre + 20° et — 90°C. : donc, à la température ordinaire, la molécule N^2O possède des états vibratoires excités. Cela est en accord avec les observations de Plyler et Barker ([6]), et avec la variation de la chaleur spécifique avec la température; on peut estimer l'ordre de grandeur de la variation d'énergie vibratoire entre + 20° et — 90°C. à 0,20 Kcal/mol. Le déplacement $\Delta\nu$ que nous observons est beaucoup plus grand (2,34 Kcal); cela nous permet d'affirmer que la courbe de l'énergie potentielle de $NO + N(^4S)$ monte rapidement, conformément aux conclusions obtenues à partir de la chaleur de dissociation de l'azote.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de quantités minimes des métavanadates.* Note ([1]) de M. **Jacob Molland**, présentée par M. Jean Perrin.

Si une solution d'un métavanadate est ajoutée à une solution aqueuse saturée de 8-hydroxy-quinoléine-5-acide sulfonique, le mélange prend une couleur brune. L'intensité maximale de la couleur se produit immédiatement, et peut se conserver indéfiniment. Cette réaction ainsi se prête au dosage colorimétrique des métavanadates.

Afin de déterminer la précision du dosage aux concentrations différentes de vanadate, 20 dosages sont faits pour chaque concentration, et l'erreur relative moyenne de la moyenne arithmétique des résultats est calculée. En employant un colorimètre de Duboscq, les résultats suivants furent obtenus :

Mol-g de NH^4VO^3 par litre.	Mg de vanadium par litre.	Erreur relative moyenne du dosage (%).
5.10^{-5}	2,55	2,05
10^{-4}	5,1	1,28
2.10^{-4}	10,2	0,65
4.10^{-4}	20,4	0,35

La relation entre l'absorption de lumière et la concentration de vana-

([6]) *Phys. Rev.*, 2e série, 38, 1931, p. 1827.

([1]) Séance du 13 novembre 1939.

date résulte du tableau suivant, donnant le coefficient d'extinction $[k=(1/l)\log_{10}(I_0/I)]$ d'une série des solutions de 8-hydroxy-quinoléine-5-acide sulfonique (0,0024 M) après l'addition de quantités variables de métavanadate d'ammonium, pour deux longueurs d'onde arbitraires (5100 Å et 6000 Å).

$10^5[NH^4VO^3]$.	$\frac{[NH^4VO^3]}{[C^9H^7O^4NS]}$.	k.	$\frac{k}{[NH^4VO^3]}$.	
12........	0,05	0,0498	415	λ 5100 Å
18........	0,075	0,0751	417	
24........	0,10	0,0969	404	
30........	0,125	0,1175	392	
36........	0,15	0,1483	412	
42........	0,175	0,1709	407	
48........	0,20	0,1982	413	
54........	0,225	0,2239	418	
30........	0,125	0,0691	553	λ 6000 Å
60........	0,250	0,1356	542	
72........	0,300	0,1650	550	
84........	0,350	0,1905	543	
90........	0,375	0,2010	536	
96........	0,400	0,2047	512	
108........	0,450	0,2120	471	
120........	0,500	0,2182	436	
180........	0,750	0,2199	293	

On voit que le coefficient d'extinction est proportionnel à la concentration du vanadate si la proportion $[NH^4VO^3] : [C^9H^7O^4NS] < 0,375$. Si cette proportion surpasse 0,375, le coefficient d'extinction augmente plus lentement que la concentration du vanadate, et s'approche d'une valeur constante. (Si une solution du composé de vanadate est diluée par de l'eau, nous observons des écarts considérables des chiffres exigés par la loi de Beer. La proportionnalité entre le coefficient d'extinction et la concentration du vanadate suppose un excès du réactif organique.)

L'extinction du composé de vanadium dépend dans une grande mesure de la concentration de l'ion hydrogène. Le tableau suivant montre comment le coefficient d'extinction, mesuré à 5100 Å, varie avec l'exposant d'hydrogène.

pH.	k.	pH.	k.
3,0.........	0,1296	4,0.........	0,1013
3,2.........	0,1722	4,2.........	0,1013
3,4.........	0,1792	4,4.........	0,0482
3,6.........	0,1801	4,6.........	0,0349
3,8.........	0,1405	4,8.........	0,0276

Si l'exposant d'hydrogène s'éloigne de la valeur la plus avantageuse pour le dosage colorimétrique, la couleur se modifie du brun au jaune, et l'absorption générale de lumière diminue. La concentration la plus favorable de l'ion hydrogène peut être stabilisée au moyen d'une solution tampon d'acide acétique-acétate de sodium.

Le 8-hydroxyquinoléine-5-acide sulfonique prend une couleur verte à l'addition des sels de fer trivalent. Cette couleur est très intense, et peut être appliquée pour le dosage colorimétrique du fer. Cependant le dosage colorimétrique des vanadates est impossible en présence du fer trivalent. Les métaux Cu, Pb, Cd, Al et Zn ont également un effet destructif rendant le dosage irréalisable. Les métaux Li, K, Na, Ca, Sr, Ba, Hg, Tl, Ti et Mn ne troublent pas le dosage, même en concentrations considérables.

GÉOLOGIE. — *Sur le Trias de la zone des Kabylies.* Note de MM. **Paul Fallot** et **Jacques Flandrin**, présentée par M. Charles Jacob.

On ne possède que peu de données stratigraphiques sur le Trias d'Algérie. Les rares repères connus correspondent à des paquets de Muschelkalk, associés aux faciès lagunaires de la zone tellienne. Quelques observations faites en commun avec M. A. Lambert dans le Djurdjura, avec M. Deleau en Numidie, puis dans le Tell et ses abords, semblent toutefois permettre d'utiles comparaisons avec d'autres régions méditerranéennes.

D'ores et déjà, deux types différents du Trias paraissent correspondre, en gros, aux unités structurales définies par M. L. Glangeaud : zone des Kabylies d'une part, nappe du Flysch et zone du Tell d'autre part.

La zone des Kabylies offre deux maxima de largeur, l'un sur la transversale du Djurdjura à l'Ouest, l'autre sur celle de la Numidie à l'Est; le raccord entre ces deux festons se fait apparemment en mer, par un point de rebroussement situé au Nord du Golfe de Bougie. Toute la zone comporte un socle paléozoïque important, bordé au Sud par des séries jurassiques, puissantes dans le Djurdjura, réduites et irrégulières en Numidie.

D'après Ficheur, on admettait que le Trias n'est représenté dans les Kabylies que par un complexe marno-gréseux, lie de vin, dit *Permo-Trias*, sporadiquement conservé entre le Primaire et sa couverture de Jurassique plissé.

M. A. Lambert a découvert, entre ces grès et le Lias, des assises infra-

liasiques, datées vers Tabbourt-Tamellalt. Plus à l'Est, dans les régions de Bou el Ma, du *goufre* de l'Akouker et de Boussouil, il a observé un complexe très redressé, dont nous avons relevé la coupe avec lui. On y note, du Nord au Sud :

1. Calcaires dolomitiques massifs; c'est le Lias de l'Akouker.
2. Complexes de grès lie de vin bariolés de blanc, à passées de cailloutis siliceux, 100^{m}.
3. Alternances de marnes et de calcaires à *Fucoïdes*, admettant vers la base un niveau à Bivalves et au milieu des bancs de grès blancs, 170^{m}.
4. Calcaires et dolomies de l'Infralias.

Si l'on ne peut encore préciser l'accident qui rend cette succession asymétrique, il est manifeste que le complexe 3 offre, par ses calcaires à *Fucoides*, une étroite ressemblance avec les formations similaires d'Espagne qui, ainsi que l'a établi M. Martin Schmidt, y sont cantonnées dans le Virglorien et surtout le Ladinien. Les Bivalves, bien que mal conservés sur des plaquettes, évoquent la Muschelkalk subbétique, et l'on croit y distinguer de mauvaises Myophories. Il semble donc à peu près certain que ce complexe 3 représente tout ou partie du Trias moyen.

Vers l'Orient, à l'Ouest de Tizi N'Kouilal, on observe :

a. Permo-trias puissant transgressif sur le Houiller.
b. Marnes bariolées peu épaisses.
c. Calcaires et dolomies, équivalent possible de l'horizon 3, mais sans *Fucoïdes*.
d. Marnes bariolées terminées par des cargneules.
e. Calcaires infra-liasiques, datés par M. A. Lambert, qui y a trouvé *Avicula contorta*.

Plus à l'Est encore, dans le massif de Chellata qui prolonge le Djurdjura proprement dit, nous avons trouvé deux ensembles tectoniques superposés. L'inférieur, sans doute en contact anormal avec du Flysch crétacé, est formé de Houiller, de Permo-trias, puis de dolomies d'âge incertain, puissantes de 100 à 200^{m} et recouvertes de Nummulitique transgressif. La série chevauchante, d'origine septentrionale, mais sans doute peu lointaine, comporte, vers ses racines, du Permo-trias et du Lias calcaire, puis, vers l'avant, dans les sommets dominant la Zaouia de Chellata, de magnifiques calcaires à *Fucoïdes*, exploités en carrières.

Ces coupes permettent de penser que le Muschelkalk à *Fucoïdes* apparaît sporadiquement, selon une bande allongée d'Est en Ouest. Il n'est encore connu ni plus au Sud (Région Tikjda-Tirourda; série inférieure du Chellata), ni plus au Nord. Quant au Keuper, plutôt inféré que daté vers Tizi N'Kouilal, il ne comporte pas de faciès gypso-salins.

A l'heure actuelle, un seul affleurement paraît ne pas obéir à cette règle. La feuille de *Bougie* au 1/50 000e, dressée par M. F. Ehrmann, détaille la partie Nord-Ouest du *rentrant* situé entre les deux massifs de Kabylie et de Numidie. Elle indique dans le Flysch albien du bas oued Saket, c'est-à-dire dans une position assez interne, un pointement de Trias à gypse, comme si se produisait, vers l'Est de la Kabylie, un passage latéral des faciès de ce système. En attendant de préciser l'interprétation du fait en question, nous croyons pouvoir retenir la généralité apparente de la règle à laquelle il fait exception.

Dans la Chaîne numidique, les quelques coupes que nous avons relevées ne nous ont pas révélé de Muschelkalk à *Fucoïdes*. Ce sont des calcaires et dolomies du Lias qui reposent directement sur le Primaire ou le Permo-Trias.

Conclusion. — Dans la zone des Kabylies (sous-zones I*a*, *b*, *c* de M. Glangeaud), le Trias est soit absent, soit réduit au Permo-Trias continental. Mais dans le Djurdjura, il se complète de formations marines avec calcaires à *Fucoïdes*, identifiables à ceux qui caractérisent le Virglorien-Ladinien de l'Espagne méditerranéenne, et irrégulièrement répartis selon une ou deux bandes Est-Ouest. Le Keuper n'est pas daté. Mais il paraît représenté très localement par des marnes bariolées qui, bien que privées de gypse, comportent vers le haut des cargneules rappelant celles du Trias supérieur subbétique.

Le pointement ambigu de l'oued Saket mis à part, le Trias à faciès gypso-salin, si général plus au Sud, n'est pas connu dans cette grande unité structurale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nature des nuages en relation avec les dimensions des particules qui les constituent.* Note (1) de M. **Jean Bricard**, présentée par M. Charles Maurain.

Je me suis proposé de chercher s'il existait une relation entre la nature d'un nuage et les dimensions des gouttelettes d'eau qui le constituent. Pour cela, j'ai procédé de la façon suivante : placé au sommet d'une montagne (2), dans le nuage à étudier, j'ai déterminé par microphoto-

(1) Séance du 11 décembre 1939.

(2) Les lieux où ont été effectuées ces mesures ne sont pas mentionnés ici par ordre de la censure et seront précisés ultérieurement.

graphies les dimensions des particules du brouillard dans lequel je me trouvais; en relations téléphoniques avec un observateur installé au pied de la montagne, j'étais renseigné sur la nature du nuage correspondant, qui pouvait être photographié.

Les nuages ont été déterminés d'après les définitions de l'Atlas international, bien qu'elles ne soient valables que dans le cas où ceux-ci ne touchent pas le sol.

Il est difficile d'observer un nuage correspondant nettement à ces définitions; cependant, j'ai pu effectuer 60 séries de mesures, du 17 mai 1938 au 27 avril 1939; en même temps, j'ai noté la direction et la vitesse du vent ainsi que la température au sommet, et, le cas échéant, l'aspect du givre formé.

Les moyennes des résultats obtenus sont représentées par le tableau suivant, dans lequel j'ai rangé les nuages d'après les valeurs décroissantes du rayon moyen de leurs gouttelettes.

	Rayon moyen.		
	Moy.	Min.	Max.
	μ	μ	μ
Nimbostratus	9,8	8,0	11,4
Stratocumulus	7,6	6,1	9,9
Cumulus	5,4	4,1	6,9
Stratus	4,2	2,4	5,9

Dans ces conditions, les nuages les plus fréquents et les mieux définis sont les stratocumulus; cela tient sans doute au relief du pays environnant. Ils amènent parfois de la bruine au sommet; les nimbostratus sont souvent accompagnés de pluie. Les cumulus sont les plus difficiles à étudier car ils peuvent environner la montagne sans que le brouillard soit proche du sol. Ils ne sont pas homogènes et sont animés de mouvements de convection; ils se manifestent souvent par temps orageux et se présentent plutôt comme des brouillards instables.

J'ai pu effectuer des mesures sur des nuages de type intermédiaire.

	Rayon moyen.	
Stratus se transformant en stratocumulus	$5^{\mu},0$	$6^{\mu},5$
Cumulus se transformant en stratocumulus	$7^{\mu},0$	$7^{\mu},6$

Les brouillards naissants ou disparaissants sont constitués par des gouttes de plus petites dimensions que celles du centre du nuage quand il est stable. Bien que cette évolution soit très fugitive et qu'il soit très difficile de

préciser à quel moment le brouillard se forme ou disparaît, j'ai pu faire les mesures suivantes :

	Brouillard naissant.	Centre.	Brouillard disparaissant.
Rayon moyen	$4^{\mu},3$	$6^{\mu},1$	$4^{\mu},7$

Ces résultats sont en accord avec ceux qu'ont obtenus certains auteurs pour les brouillards de plaine; dans ces conditions, les particules qui constituent un brouillard disparaissant sont plus petites que celles d'un brouillard stable.

J'ai observé des brouillards à des températures comprises entre — 19° C. et + 16° C. Au-dessus de zéro, les dimensions des particules ne semblent pas dépendre de la température. Au-dessous de zéro, elles sont toujours liquides, ainsi qu'on peut s'en rendre compte quand on étudie la formation du givre au microscope et par transparence. Dans ce cas, leur rayon moyen est rarement supérieur à 8^{μ} et, au-dessous de — 10° C., il est généralement inférieur à 5^{μ}.

Lorsque la température était inférieure à zéro, j'ai noté la nature du givre déposé. Pour des rayons des gouttes supérieurs à 8^{μ}, ce qui correspond aux nimbostratus et à certains stratocumulus, il se présente sous forme de glace transparente. Par contre, lorsqu'on a affaire à des cumulus et à des stratus, on a du givre opaque et souvent friable.

PATHOLOGIE. — *Localisation et accélération par le froid des névrites de l'avitaminose* B_1. Note de MM. **Christian Champy** et **Roger Coujard**, présentée par M. Louis Lapicque.

L'idée que la gelure des pieds est un accident d'avitaminose a été émise par Bruntz et Spillmann, sans grande précision ([1]). Les faits cliniques évoquent l'idée d'une avitaminose B_1, à cause de la gravité de la fréquence des accidents chez les alcooliques ([2]) et de l'importance des accidents névritiques ([3]).

On n'avait pas cependant à notre connaissance la notion qu'une cause externe put localiser les accidents d'avitaminose. D'autre part, les sujets

---

([1]) Cités par Bergeaud, *Thèse de Méd.*, Lyon, 1920.

([2]) Notée déjà par Larrey (cité par Bergeaud, *Thèse de Méd.*, Lyon, 1920) et par de Fleury (*C. R. Acad. Méd.*, 73, 1915, p. 334).

([3]) Tuffier, *Soc. Chirurgie*, 41, 1915, p. 531; Le Poittevin, *Thèse Méd.*, Paris, 1916.

atteints de gelure des pieds ne présentent pas d'accidents névritiques généraux.

On sait que la carence vraie avec accidents est précédée d'une période de précarence où l'avitaminose reste fruste et ne peut être révélée que par une cause accessoire (grossesse notamment).

Nous avons donc entrepris une série d'expériences pour éclairer cette question, sur des poules et pigeons considérés comme les animaux de choix.

Nos animaux étaient placés à un régime d'aliments purs *b* (¹).

Les accidents se déclarent après 22 à 30 jours (crise névritique caractéristique). Nous avons vérifié qu'ils étaient guéris par l'administration de vitamine B_1, sans changement de régime.

Pendant la période de précarence, 10 à 12 jours avant l'apparition des accidents, un certain nombre d'animaux ont été placés dans une cage telle que leurs pattes soient maintenues dans 1 à 2 centimètres d'eau froide (zéro à -4° dans une expérience) (-2 à -8° dans une autre). Les témoins étaient conservés au laboratoire (à 12 ou 15°). Des témoins nourris normalement étaient également réfrigérés.

Après 3 jours de séjour dans l'eau froide les animaux subcarencés présentaient un œdème mou des pattes qui manquait chez les témoins, même plus tard lorsqu'apparaissaient chez les carencés tenus au chaud, les grands accidents névritiques. Après 4 à 5 jours de réfrigération l'œdème était intense avec desquammation des écailles et taches violacées. A la section, on trouve un œdème : *gelée de groseille,* avec des points ecchymotiques dans le tissu conjonctif.

Chez quelques animaux réfrigérés, les accidents de carence se sont indiqués plus vite que chez les témoins, ce qui n'est pas surprenant, l'excitation de la thermogenèse provoquant chez eux une utilisation plus grande des glucides dans laquelle on s'accorde à admettre l'intervention de la vitamine B. La plupart des animaux n'ont pas présenté de tels accidents.

Nous avons étudié comparativement le système nerveux des subcarencés réfrigérés sans accidents généraux et celui des carencés tenus au chaud conservés 10 à 12 jours de plus, jusqu'aux grands accidents, ceci afin

---

(¹) On les nourrissait 8 à 10 jours de riz poli, puis ils étaient ensuite gavés (à cause de l'inappétence) avec un régime de caséine + dextrine + gélose et papier filtre, auquel on ajoutait de la levure étuvée pour éviter la carence ou les vitamines thermostabiles du groupe B.

de mettre les causes d'erreurs contre nous. Nous avons étudié aussi les animaux normaux réfrigérés qui ne présentent d'ailleurs pas de lésion.

Dans le nerf sciatique, la lésion de névrite est nettement plus accentuée chez les subcarencés réfrigérés que chez les carencés tenus au chaud. Chez les uns et les autres on trouve des fibres nerveuses atteintes de dégénérescence avec transformation graisseuse de la myéline. Elles sont plus nombreuses chez les réfrigérés. Chez les carencés tenus au chaud, il reste un très grand nombre de fibres peu altérées, tandis que chez les réfrigérés presque toutes les fibres sont atteintes d'un gonflement irrégulier de la myéline avec début de dégénérescence.

Par contre, les lésions des centres (chromatolyse et vacuolisation des cellules cérébrales et cérébelleuses), très nettes chez les carencés en accidents généraux, manquent chez les réfrigérés sans polynévrite générale. Les nerfs de l'aile sont aussi plus lésés chez les carencés arrivés au terme de leur carence.

Les petits nerfs des doigts des réfrigérés présentent des lésions particulièrement massives qui manquent chez les témoins ([5]).

On peut donc conclure qu'à la période de précarence B le froid provoque une accélération et une localisation des lésions névritiques.

Les phénomènes œdémateux (qu'on retrouve aussi dans certaines formes de béribéri humain) paraissent dépendre de névrites locales, ce qui est d'ailleurs l'opinion généralement admise. Les accidents obtenus rappellent très exactement ceux de la gelure des pieds, et il est à croire qu'une précarence B joue un rôle important dans l'apparition de cette affection. Elle en explique les particularités épidémiologiques.

La séance est levée à 15h45m.

A. Lx.

([5]) Nous n'avons pas encore terminé l'étude des filets périphériques et notamment vasculaires, qui est longue et délicate.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JANVIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** donne lecture de la Notice suivante :

M. **Alexandre Desgrez** est né à Bannes (Haute-Marne) le 15 juillet 1863, mais toute son enfance s'est écoulée dans la maison paternelle à Cintrey. Il fit ses études secondaires à Besançon et s'orienta alors vers la carrière pharmaceutique. Après ses trois années de stage, qu'il accomplit à Morey, puis à Jussey, en 1885, il vient à Paris pour y suivre l'enseignement de l'École de Pharmacie. Il prépare le concours de l'internat en pharmacie, auquel en 1887 il est reçu dans les premiers rangs.

C'est au cours de sa carrière hospitalière, commencée à l'hôpital Bichat et terminée à l'hôpital du Midi, qu'il rencontra les deux hommes qui devaient contribuer le plus à sa formation et exercer sur lui la plus grande influence : M. Auguste Béhal, dont il fut le premier élève et qui l'initia à la recherche scientifique, et Charles Bouchard, dont il fut le dévoué et précieux collaborateur et dont il devint plus tard le collègue à la Faculté de Médecine.

Comme beaucoup d'étudiants en pharmacie désireux de compléter leur formation scientifique, Desgrez prit dès 1880 le chemin de la Sorbonne où il fut reçu licencié ès sciences physiques en 1891. Il fut ensuite introduit par M. Béhal dans le laboratoire de Friedel, qui n'était alors séparé de l'École de Pharmacie que par la rue Michelet. En moins de trois ans il réussit à achever sa thèse de doctorat ès sciences sur l'hydratation des carbures acétyléniques, qu'il soutint en 1894. Mais déjà, deux ans aupa-

ravant, Desgrez s'était tourné vers la médecine et semblait y avoir trouvé sa voie. Reçu docteur en médecine en 1895 avec une thèse traitant de l'influence des sérums sur les variations de quelques éléments urinaires, il entre à la Faculté de Médecine comme préparateur des travaux pratiques de chimie, puis, l'année suivante, comme chef de laboratoire chez Bouchard, poste qu'il occupera pendant douze ans et où il voisinera la magnifique pléiade qui travaillait alors chez le Maître de la médecine française, Balthazard, Charrin, Claude, Le Noir, Roger etc.

En 1898 il prend part avec succès au concours d'agrégation de chimie des Facultés de Médecine; institué agrégé la même année, il devient en 1908 chef des travaux pratiques de chimie en remplacement du Docteur Hanriot, nommé directeur des essais à la Monnaie; enfin, en 1912, lors de la mise à la retraite du Professeur Armand Gautier, il succède à ce dernier comme titulaire de la chaire de chimie médicale, qu'il occupera avec le plus grand éclat pendant 24 ans.

Deux ans plus tard, alors qu'il avait achevé de mettre sur pied son enseignement et réorganisé son service en rassemblant dans les locaux de la rue Monsieur-le-Prince les deux tronçons jusque-là séparés de la chimie biologique, le laboratoire de recherches et les salles de travaux pratiques, la guerre de 1914 survint; pendant quatre ans, Desgrez se consacra entièrement à la Défense nationale, vouant toute son activité à la lutte contre l'arme terrible et toute nouvelle que constituaient les gaz toxiques et s'occupant tout spécialement de la défense contre l'intoxication par l'oxyde de carbone.

En 1919, l'Académie de Médecine lui ouvrait ses portes et, cinq ans après, notre Compagnie l'accueillait dans la Section des Académiciens libres, où, pendant 15 ans, nous l'avons connu si actif, si affable et toujours excellent conseiller. Entre temps il était nommé officier de la Légion d'honneur dans la promotion Pasteur; puis, 15 ans plus tard, l'année même de sa retraite anticipée à la Faculté de Médecine, élevé au grade de Commandeur.

Libéré des charges de l'enseignement, Desgrez continua d'apporter son concours aux nombreuses Sociétés dont il était membre et dans lesquelles il avait, toute sa vie, joué un rôle si important, notamment à l'Association pour l'Avancement des Sciences dont il fut pendant 14 ans le très dévoué Secrétaire général, et dans les Sociétés d'hydrologie, ainsi que dans les diverses Commissions d'organisation des stations climatiques de la France.

L'œuvre scientifique de Desgrez est considérable et des plus diverses.

Elle comporte deux domaines distincts, la chimie organique, qu'il cultiva pendant sa jeunesse sous la direction de Friedel et de Béhal, et surtout la chimie biologique et médicale à laquelle, dès qu'il fut parvenu à la maturité, il consacra toute son existence.

En chimie organique, son œuvre fondamentale, entreprise avec son Maître M. Béhal, concerne la fixation des éléments de l'eau sur les dérivés non saturés. Par une généralisation heureuse de la célèbre réaction de Berthelot consistant dans la synthèse de l'alcool à partir de l'éthylène, il constate avec Béhal que cette fixation d'eau peut être appliquée non seulement aux carbures supérieurs avec formation d'alcools élevés, mais aussi aux alcools éthyléniques avec formation de glycols. Toutefois toutes ces hydratations ne s'effectuent qu'en présence d'agents acides. Or l'étude de l'hydratation des carbures acétyléniques, qu'il entreprend seul, pour son Doctorat ès sciences, lui fait découvrir que, sous pression et à chaud, l'eau se fixe sur ces carbures pour donner soit la paraldéhyde dans le cas du plus simple de ces carbures, soit des cétones dans le cas des carbures mono- et bisubstitués, ces derniers conduisant aux deux cétones possibles. Desgrez découvre ainsi une réaction qui, dans le cas de l'acétylène, prendra plus tard une grande importance industrielle, car elle a permis d'obtenir économiquement l'acétaldéhyde, puis, par réduction de celui-ci, l'alcool éthylique.

En même temps qu'il poursuit ce problème, il réussit à appliquer la célèbre réaction de Friedel et Crafts à la préparation des nitriles aromatiques par fixation directe du radical CN, en faisant agir le cyanogène sur le benzène et ses homologues en présence du chlorure d'aluminium. Enfin son dernier travail de chimiste organicien concerne l'étude du curieux phénomène découvert par lui et consistant dans la décomposition lente du chloroforme en oxyde de carbone et acide chlorhydrique, non seulement *in vitro* en présence de solutions diluées de potasse, mais aussi *in vivo*, sans doute sous l'influence des constituants alcalins des organismes vivants.

Dans le domaine de la chimie biologique, Desgrez s'est surtout occupé des problèmes relatifs à la nutrition générale en déterminant les variations des coefficients urologiques dans les diverses conditions normales, pathologiques (tuberculose, diabète) ou même expérimentales, telles que l'administration de sérums thérapeutiques ou de dérivés phosphorés (lécithine et nucléines), l'insulinothérapie, la dyscrasie acide etc. A l'occasion de ces recherches, il a mis au point quelques précieuses techniques d'analyse, notamment pour le dosage du carbone total par oxydation sulfochromique.

Très spécialisé dans les questions d'hydrologie, qu'il avait déjà abordées en 1897, avec Bouchard, en étudiant les gaz (argon et traces d'hélium) qui se dégagent des eaux minérales de Bagnoles-de-l'Orne, il devint chef de service à l'Institut d'hydrologie lors de sa fondation, et consacra alors un grand nombre de travaux au mode d'action des eaux thermales, à leurs effets sur l'équilibre acidobasique de l'organisme, sur la diurèse etc.; enfin il étudia plus particulièrement la nature des composés soufrés qu'on y rencontre ainsi que leur métabolisme.

En hygiène on lui doit un des premiers procédés de régénération de l'air confiné par l'emploi du bioxyde de sodium, dont les applications pratiques ont été importantes.

Un savant biochimiste comme Desgrez ne pouvait pas rester étranger aux problèmes pharmacodynamiques, soit qu'il se bornât à les envisager du point de vue de la pathologie, comme dans son étude sur la toxicité des composés acétoniques, soit qu'il se décidât à les considérer intrinsèquement (choline, guanine, lécithine), ou plus généralement dans l'établissement des rapports que peuvent présenter l'action pharmacodynamique et la toxicité des poisons avec leur constitution chimique, notamment dans le domaine des nitriles obtenus antérieurement par lui ou des azotures de carbone préparés par Moureu et Bongrand.

Comme on le voit, l'œuvre scientifique d'Alexandre Desgrez est considérable. Elle est le témoignage de l'activité persévérante et féconde qu'il a déployée dans tous les domaines abordés par lui.

La perte qu'éprouve aujourd'hui l'Académie des Sciences sera vivement ressentie non seulement par tous les chimistes, mais aussi par tous nos compatriotes, car Alexandre Desgrez a su tout à la fois servir et honorer la Science et sa Patrie.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la méthode de la variation des constantes en Mécanique céleste.* Note de M. **Jean Chazy.**

Les équations différentielles classiques de Lagrange entre les éléments osculateurs sont la base de la théorie des mouvements des planètes : elles ont été le point de départ d'une foule de calculs extrêmement laborieux; aujourd'hui encore on les emploie souvent pour ajouter une force corrective à l'attraction newtonienne. Toute transformation simple de ces équations présente un certain intérêt.

Considérons le mouvement par rapport au corps central, réduit à un point matériel O de coefficient attractif μ, d'une planète réduite à un point matériel P de masse unité et soumise, en outre de l'attraction du point O, à une force corrective $\vec{F}$. Dans ce mouvement, supposé de sens direct, introduisons, à partir du plan de référence xOy, les six éléments osculateurs a, e, i, Ω, ϖ, l_0, le moyen mouvement osculateur $n=\sqrt{\mu/a^3}$ et l'anomalie excentrique u, définie en fonction implicite du temps t et des éléments a, e, l_0, ϖ par l'équation de Képler

$$u - e\sin u = nt + l_0 - \varpi.$$

Les six équations de Lagrange peuvent s'écrire (¹)

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{da}{dt} &= \frac{2}{na}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial l_0},\\
\frac{de}{dt} &= -\frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2e}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial\varpi} - \sqrt{1-e^2}\,\frac{1-\sqrt{1-e^2}}{na^2e}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial l_0},\\
\frac{di}{dt} &= -\frac{1}{na^2\sqrt{1-e^2}\sin i}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial\Omega} - \frac{\tang\frac{i}{2}}{na^2\sqrt{1-e^2}}\vec{F}\left(\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial\varpi}+\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial l_0}\right),\\
\frac{d\Omega}{dt} &= \frac{1}{na^2\sqrt{1-e^2}\sin i}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial i},\\
\frac{d\varpi}{dt} &= \frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2e}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial e} + \frac{\tang\frac{i}{2}}{na^2\sqrt{1-e^2}}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial i},\\
\frac{dl_0}{dt} &= -\frac{2}{na}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial a} + \sqrt{1-e^2}\,\frac{1-\sqrt{1-e^2}}{na^2e}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial e} + \frac{\tang\frac{i}{2}}{na^2\sqrt{1-e^2}}\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial i};
\end{aligned}\right.$$

par exemple le produit scalaire, figurant dans la première équation, représente l'expression

$$\vec{F}\frac{\partial\overrightarrow{OP}}{\partial l_0} = X\frac{\partial x}{\partial l_0} + Y\frac{\partial y}{\partial l_0} + Z\frac{\partial z}{\partial l_0},$$

où x, y, z désignent les coordonnées de la planète P par rapport aux trois axes de référence Ox, Oy, Oz, et X, Y, Z les composantes de la force $\vec{F}$ sur ces trois axes.

Les équations (1) peuvent être transformées dans les suivantes,

(¹) TISSERAND, *Traité de Mécanique céleste*, **1**, 1889, p. 169, 173, 187 et 188.

où $\vec{v}$ désigne la vitesse de la planète P, et où ON, OJ, OZ sont : 1° l'axe joignant le corps central O au nœud ascendant; 2° l'axe situé dans le plan du mouvement osculateur et faisant l'angle $\pi/2$ dans le sens direct avec l'axe ON; 3° l'axe perpendiculaire au plan du mouvement osculateur dans le sens boréal,

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{da}{dt} &= \frac{2}{n^2 a}\vec{F}\vec{v},\\
\frac{de}{dt} &= -\frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2 e}\left(\text{moment de } \vec{F} \text{ par rapport à OZ}\right) + \frac{1-e^2}{2ae}\frac{da}{dt},\\
\frac{di}{dt} &= -\frac{\text{moment de } \vec{F} \text{ par rapport à OJ}}{na^2\sqrt{1-e^2}},\\
\frac{d\Omega}{dt} &= \frac{\text{moment de } \vec{F} \text{ par rapport à ON}}{na^2\sqrt{1-e^2}\sin i},\\
\frac{d\varpi}{dt} &= \frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2 e}\vec{F}\left[-\frac{\cos u + e}{1-e^2}\overrightarrow{OP} + \frac{\sin u}{n}\left(\frac{1-e\cos u}{1-e^2}+1\right)\vec{v}\right] + 2\sin^2\frac{i}{2}\frac{d\Omega}{dt},\\
\frac{dl_0}{dt} &= -\frac{2}{na^2}\vec{F}\left(\overrightarrow{OP} - \frac{3}{2}t\vec{v}\right) + \left(1-\sqrt{1-e^2}\right)\frac{d\varpi}{dt} + 2\sqrt{1-e^2}\sin^2\frac{i}{2}\frac{d\Omega}{dt}.
\end{aligned}\right.$$

Sous la forme (2), les six équations sont voisines des équations connues ([2]), utilisées souvent au moyen de quadratures mécaniques, où la force perturbatrice est définie par sa composante sur le rayon vecteur et par ses composantes transversale et orthogonale, et où d'ailleurs la position de la planète sur l'ellipse osculatrice est déterminée par l'anomalie vraie au lieu de l'anomalie excentrique.

Il est équivalent, mais plus avantageux dans certains calculs, de remplacer les trois moments qui figurent dans les équations (2) en $d\Omega/dt$, di/dt, de/dt respectivement par les trois produits mixtes

$$\vec{F}\left(\overrightarrow{ON_1}\times\overrightarrow{OP}\right),\quad \vec{F}\left(\overrightarrow{OJ_1}\times\overrightarrow{OP}\right),\quad \vec{F}\left(\overrightarrow{OZ_1}\times\overrightarrow{OP}\right),$$

où N_1, J_1, Z_1 désignent les points d'abscisse 1 sur les trois axes ON, OJ, OZ.

La deuxième des équations (2) peut s'écrire, si $p = a(1-e^2)$ désigne le paramètre osculateur,

$$(3)\qquad \frac{d\sqrt{\mu p}}{dt} = \text{moment de } \vec{F} \text{ par rapport à OZ} = \vec{F}\left(\overrightarrow{OZ_1}\times\overrightarrow{OP}\right).$$

([2]) TISSERAND, *Traité de Mécanique céleste*, **1**, 1889, p. 433. Même volume à la page suivante, l'équation (B) est identique à l'équation (3) que nous formons ici.

Et l'on peut obtenir les deux équations (2) en $d\Omega/dt$ et di/dt et l'équation (3), plus rapidement que par le calcul de Lagrange, simplement en projetant l'équation vectorielle qui exprime le théorème du moment cinétique appliqué au mouvement de la planète P et au point O, sur les axes mobiles ON, OJ, OZ.

CORRESPONDANCE.

L'**Université de Pennsylvania** invite l'Académie à se faire représenter à la célébration du *Deuxième centenaire* de sa fondation, les 20 et 21 septembre 1940.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Balistique intérieure théorique par M. R. Winter (présenté par M. E. Esclangon).

ALGÈBRE. — *Sur une théorie nouvelle de la réductibilité des équations algébriques.* Note de M. **Ernest Vessiot**, présentée par M. Élie Cartan.

1. On peut obtenir une théorie nouvelle de la réductibilité des équations algébriques de degré n, à racines simples,

$$(\mathcal{F}) \qquad 0 = F(x) = x^n + p_1 x^{n-1} + p_2 x^{n-2} + \ldots + p_{n-1} x + p_n,$$

c'est-à-dire des systèmes qui leur sont *associés*,

$$(\mathfrak{X}) \qquad \Sigma x_\alpha = -p_1, \qquad \Sigma x_\alpha x_\beta = p_2, \qquad \ldots, \qquad x_1 x_2 \ldots x_n = (-1)^n p_n,$$

en utilisant à cet effet les transformations entières de degré $(n-1)$,

$$(\mathfrak{T}) \qquad x' = t_1 x^{n-1} + t_2 x^{n-2} + \ldots + t_{n-1} x + t_n.$$

L'introduction de ces transformations se justifie, *a priori*, par le fait que les équations $\mathcal{F}$ forment une *classe*, vis-à-vis de la famille des transformations $\mathfrak{T}$. D'une manière plus précise, il y a $n\,!$ transformations $\mathfrak{T}$ qui font passer d'une même équation $\mathcal{F}$ à une même autre. Ce sont aussi celles qui font passer du système $\mathfrak{X}$ associé à la première à celui qui est associé à la

seconde, étant entendu que les x' sont transformés, par cogrédience, comme x.

Il y a donc n ! transformations $\mathfrak{T}$ qui laissent invariante une équation $\mathfrak{F}$ donnée, ainsi que son système associé $\mathfrak{X}$. Ces *auto-transformations* de $\mathfrak{F}$ forment un *pseudo-groupe*, que j'appelle son *pseudo-groupe d'invariance*. Voici ce que j'entends par ce terme de pseudo-groupe.

Soient Θ_1 et Θ_2 deux transformations $\mathfrak{T}$. Si $x' = \theta_1(x)$, $x' = \theta_2(x)$ sont leurs équations, et si $\theta_3(x)$ est le reste de la division de $\theta_2[\theta_1(x)]$ par $\mathfrak{F}(x)$, la transformation $x' = \theta_3(x)$ est encore une transformation $\mathfrak{T}$, et elle transforme les racines de $\mathfrak{F}$, et les solutions de $\mathfrak{X}$, comme le ferait la transformation produit $x' = \theta_2[\theta_1(x)]$. Je l'appelle le *pseudo-produit* (mod $\mathfrak{F}$) de Θ_1 par Θ_2. Si ce pseudo-produit est la transformation identique $x' = x$, je dis que Θ_2 est la *pseudo-inverse* (mod $\mathfrak{F}$) de Θ_1. Cela posé, un ensemble E de transformations $\mathfrak{T}$ sera dit un *pseudo-groupe* (mod $\mathfrak{F}$), si le pseudo-produit (mod $\mathfrak{F}$) de deux transformations quelconques de E appartient à E, et si les transformations de E s'associent par couples de manière que chaque transformation de l'un quelconque de ces couples soit *pseudo-inverse* (mod $\mathfrak{F}$) de l'autre.

2. Chaque auto-transformation de $\mathfrak{F}$ effectue sur ses racines, considérées comme des objets distincts, une permutation ϖ. Le pseudo-groupe d'invariance $\mathfrak{J}$ de $\mathfrak{F}$ est ainsi en correspondance, holoédriquement isomorphe, avec le groupe des permutations de n objets. On passe d'une solution quelconque de $\mathfrak{X}$ à toute autre par une auto-transformation de $\mathfrak{F}$, et une seule.

Si $x' = \theta(x)$ est l'une quelconque des auto-transformations de $\mathfrak{F}$, les transformations

$$(1) \qquad x'_i = \theta(x_i) \qquad (i = 1, 2, \ldots, n)$$

constituent, pour $\mathfrak{X}$, un *pseudo-groupe d'invariance* $\overline{\mathfrak{J}}$, qui joue, vis-à-vis de ce système, un rôle tout pareil à celui de son *groupe d'automorphie*, dont les équations générales sont

$$(2) \qquad x'_i = x_{\rho_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

$\rho_1, \ldots, \rho_n$ étant l'une quelconque des permutations des indices $1, 2, \ldots, n$. Les transformations (1) sont, par ailleurs, *permutables* avec les transformations (2).

3. Une équation $\mathfrak{F}$ est *spéciale* dans un domaine de rationalité Δ (auquel elle appartient), si son système associé $\mathfrak{X}$ est *réductible* dans ce domaine,

c'est-à-dire si l'un au moins des *sous-systèmes* [1] de $\mathcal{T}$ y est rationnel. Pour préciser quel est, en pareil cas, le *mode de réductibilité* de $\mathcal{F}$, c'est-à-dire de $\mathcal{T}$, je me suis proposé de caractériser l'ensemble des sous-systèmes de $\mathcal{T}$ qui sont alors rationnels dans Δ.

J'ai trouvé que ce sont tous ceux qui admettent toutes les auto-transformations de $\mathcal{F}$ appartenant à un certain pseudo-groupe K, que j'appelle, pour cette raison, le *pseudo-groupe spécifique* de $\mathcal{F}$. Il est formé par les auto-transformations de $\mathcal{F}$ qui laissent invariant tout sous-système rationnel de $\mathcal{T}$.

Les solutions de $\mathcal{T}$ se répartissent entre des sous-systèmes rationnels irréductibles, pour chacun desquels le pseudo-groupe spécifique K est un pseudo-groupe d'invariants : ce qui signifie que les solutions d'un tel sous-système se déduisent de l'une quelconque d'entre elles par les diverses transformations de K. Ces sous-systèmes sont, par ailleurs, automorphes et ont pour groupes d'automorphie des sous-groupes du groupe d'automorphie de $\mathcal{T}$, homologues entre eux.

4. Le *groupe de Galois* de $\mathcal{F}$ (dont on retrouve, par cette voie, la notion et les propriétés fondamentales) n'est pas autre chose que le groupe des permutations ϖ des racines de $\mathcal{F}$, produites par les diverses transformations du *pseudo-groupe spécifique*. Il se présente ainsi comme un groupe concret, indépendamment de sa représentation par des groupes de substitutions homologues entre eux.

ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES. — *Sur la théorie unitaire des valeurs propres des membranes et des plaques encastrées.* Note de M. **Alexandre Weinstein**, présentée par M. Jacques Hadamard.

J'ai montré dans ma Thèse (Paris, 1937, *Mémorial des Sciences mathématiques*, fasc. 88) que le problème des vibrations d'une membrane et le problème des vibrations d'une plaque encastrée peuvent être considérés comme les deux cas extrêmes d'une suite de problèmes aux valeurs propres, posés pour le même domaine S. Pour calculer les valeurs propres de ces

---

[1] Un *sous-système* d'un système quelconque S d'équations est un autre système Σ d'équations, aux mêmes inconnues, dont toute solution est solution de S, mais qui n'admet pas toutes les solutions de S. On ne considère ici que des sous-systèmes rationnels par rapport à $x_1, \ldots, x_n$.

problèmes intermédiaires (que j'ai appelés *problèmes modifiés*), il suffit de connaître les valeurs et les fonctions propres du problème de la membrane. On démontre que les valeurs propres des problèmes intermédiaires tendent en croissant vers les valeurs propres du problème de la plaque encastrée([1]). Par conséquent, ce dernier problème peut être considéré comme un cas limite de problèmes plus élémentaires.

Désignons par $\omega_1, \omega_2, \ldots$; $(\omega_1 < \omega_2 < \ldots)$ les valeurs propres distinctes de la membrane. Soit r_n la multiplicité de ω_n et soit $u_1^{(n)}, u_2^{(n)}, \ldots, u_{r_n}^{(n)}$ un système orthonormé de fonctions propres correspondantes. Désignons par $p_1(x, y), p_2(x, y), \ldots$ une suite complète de *fonctions harmoniques* linéairement indépendantes dans S. Nous utiliserons la notation (f, g) pour le produit scalaire hilbertien de deux fonctions f et g dans S.

Pour calculer les valeurs propres des problèmes intermédiaires, il faut former la matrice infinie symétrique $M(\rho)$ aux éléments

$$(1) \qquad \alpha_{ik}(\rho) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{\sigma=1}^{r_n} (p_i u_\sigma^{(n)})(p_k u_\sigma^{(n)}) \frac{\omega_n^2}{\omega_n^2 - \rho} \qquad (i, k = 1, 2, \ldots)$$

et calculer les racines ρ de certains de ses déterminants à nombre toujours croissant de lignes et de colonnes.

Considérons maintenant un domaine S dans lequel on peut définir une suite complète $p_1, p_2, \ldots$ de fonctions harmoniques telles que M se décompose en une suite de matrices $M_n(\rho)$, d'ordre r_n, alignées le long de la diagonale principale. Le déterminant de M_n sera désigné par $|M_n(\rho)|$.

Nous pouvons énoncer le *critère* suivant :

Pour que M soit décomposable en $M_1, M_2, \ldots$, il suffit qu'il existe dans S une suite complète $p_1, p_2, \ldots$ ayant les propriétés suivantes : la suite $p_1, p_2, \ldots$ se décompose en systèmes partiels finis

$$p_1^{(1)};\quad p_1^{(2)},\ p_2^{(2)},\ \ldots,\ p_{r_2}^{(2)};\quad p_1^{(3)},\ p_2^{(3)},\ \ldots,\ p_{r_3}^{(3)};\ \ldots$$

de $r_1 = 1, r_2, r_3, \ldots$ fonctions, tels que les fonctions propres $u_1^{(n)}, \ldots u_{r_n}^{(n)}$, appartenant à ω_n, sont orthogonales aux fonctions p de tous ces systèmes, à l'exception d'un seul : $p_1^{(j)}, \ldots, p_{r_j}^{(j)}$, $(r_j = r_n)$ pour lequel le déterminant

$$|(p_i^{(j)}, u_k^{(n)})| \qquad (i, k = 1, \ldots, r_n)$$

([1]) *Thèse*, p. 41-42; N. Aronszajn et A. Weinstein, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 96 et *Journal de Mathématiques*, 1940 (sous presse).

est différent de zéro. On peut dire que les deux suites infinies des p et des u forment un *système biorthogonal dans un sens généralisé* (²).

On obtient dans ce cas le résultat suivant :

Les valeurs propres de la plaque encastrée sont données par les racines des équations $|M_n(\rho)| = 0$ $(n = 1, 2, \ldots)$. Par conséquent, on obtient ces valeurs propres *sans passage à la limite*, nécessaire dans le cas général, et l'on peut dire que le problème de la plaque est, pour le domaine S, un problème élémentaire.

Vu qu'on a, pour les domaines usuels,

$$\omega_m(p_h, u_k^{(m)}) = \int_C p_h(s) \frac{du_k^{(m)}}{dn} ds,$$

il suffit, pour obtenir une matrice M décomposable, de démontrer l'existence d'une suite complète de fonctions $p_1(s)$, $p_2(s)$, ... d'une variable, l'arc s, formant avec les dérivées normales des fonctions propres u un système biorthogonal dans le sens généralisé sur la frontière C de S.

Notre critère s'applique sans modifications au problème du flambage, ainsi qu'aux problèmes mixtes (*Thèse*, p. 50), c'est-à-dire aux cas où la plaque est appuyée le long d'une partie de C. Il faut toutefois remplacer les dérivées normales des u par 0 sur les parties appuyées et utiliser, dans le problème du flambage, au lieu de (1), une formule légèrement différente (*Thèse*, p. 30).

Applications. — Le procédé indiqué permet de trouver d'une manière rigoureuse toutes les valeurs propres des problèmes suivants : 1° vibrations et flambage d'une plaque circulaire ou annulaire encastrée; 2° vibrations et flambage d'un carré et d'un rectangle, dont un côté ou deux côtés opposés sont encastrés et les autres appuyés.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude du système de Procyon* (α Canis Minoris). Note (¹) de M. **Émile Sevin**, présentée par M. Ernest Esclangon.

En rapprochant les renseignements contenus dans les Ouvrages de Sir A. Eddington (²) et de G. P. Kuiper (³), les données concernant les deux composantes du système se trouvent fixées comme il suit.

(²) La condition énoncée est nécessaire et suffisante si l'on a $r_n = 1$ pour $n = 1, 2, \ldots$.

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

(²) *Der innere Aufbau der Sterne,* Berlin, 1928, p. 187.

(³) *The Astrophysical Journal,* 88, 1938, p. 477.

PROCYON A. — Spectre F3; température effective $T'_e = 7200°$; magnitude visuelle absolue $m'_v = 2^m,92$; magnitude bolométrique absolue $m'_b = 2^m,92$.

PROCYON B. — Spectre inconnu; température effective inconnue; magnitude visuelle absolue $m''_v = 13^m,22$; magnitude bolométrique absolue $\leqq 13^m,22$.

Somme des masses $(M' + M'')/\odot = 2,00$; ce qui représente exactement la moyenne entre les valeurs très voisines résultant des observations faites à l'observatoire du Cap (2,06 ⊙), d'une part, et des éléments reproduits par Kuiper (1,94 ⊙), d'autre part. Rapport des masses M''/M', assez voisin de 1/3.

Pour étudier chacune des composantes, nous allons recourir à la loi du rayonnement, qui est valable pour toutes les étoiles et qui peut se mettre sous les deux formes strictement équivalentes

$$L = 1,88.10^{32}\left(\frac{M}{\odot}\right)^{\frac{7}{5}}(1-\beta)^{\frac{3}{2}}\mu^{\frac{4}{5}}T_e^{\frac{4}{5}} = 2,25.10^{27}\left(\frac{M}{\odot}\right)^{5}\mu^{8}\beta^{7}T_0^{\frac{1}{2}}.$$

Étude de Procyon A. — La magnitude bolométrique absolue et la température effective de l'étoile étant connues, en sa première forme la loi du rayonnement fixe sa masse. Cette masse vaut 1,48 ⊙, grandeur pour laquelle

$$L' = 1,88.10^{32}(1,48)^{\frac{7}{5}}(0,0913)^{\frac{3}{2}}(2,11)^{\frac{4}{5}}7200^{\frac{4}{5}}.$$

En effet on obtient ainsi, pour le logarithme du rayonnement théorique, 34,298 50, alors que le logarithme du rayonnement qui résulte de l'observation est

$$33,577\,49 + (4,77 - 2,92)\,0,4 = 34,317\,49,$$

d'où un résidu de

$$(35,298\,50 - 34,317\,49)\,2,5 = -0^m,05.$$

Pour classer l'étoile, calculons sa température centrale T'_0, qui est donnée par la loi du rayonnement considérée en sa deuxième forme.

$$T'_0 = \left[\frac{2,08.10^{34}}{2,25.10^{27}(1,48)^5(2,11)^8(0,9087)^7}\right]^2 = 42,0.10^6 \text{ degrés},$$

et cela montre nettement que Procyon A se trouve à l'époque primaire, étant donné que la température centrale théorique, qui caractérise cette époque, est de $42,9.10^6$ degrés.

Il est enfin intéressant d'évaluer l'effet d'Einstein

$$\mathcal{V}' = \frac{GM'}{c\mathcal{R}'} = \frac{RT'_0}{0,856c\mu'\beta'} = \frac{8,26.10^7 \times 42,0.10^6}{0,856 \times 3.10^{10} \times 2,11 \times 0,9087} = 0,7 \text{ km sec}^{-1}.$$

Étude de Procyon B. — On ne dispose que de la magnitude visuelle absolue et, par ailleurs, le problème est inversé puisque, si l'on ignore la température effective, par contre on connaît la masse : d'après ce qui précède, celle-ci vaut $(2,00-1,48)\odot=0,52\odot$, et l'on constatera que le rapport des masses est effectivement très voisin de 1/3 (0,52/1,48 = 0,351).

Nous allons identifier Procyon B avec l'étoile-type d'époque secondaire de masse $0,52\odot$. Pour celle-ci, $\mu''=1$, $T''_0=417.10^6$ degrés et

$$L''=4,59.10^{31}(0,52)^5(0,999\,17)^7;$$

il s'ensuit que $\log L''=30,239\,42$ et que la magnitude bolométrique absolue

$$m''_b=(33,577\,49-30,239\,42)\,2,5+4,77=13^m,12.$$

On calcule ensuite l'effet Einstein $\mathcal{V}''$, le rayon $\mathcal{R}''$ et la température effective T''_e par les formules usuelles

$$\mathcal{V}''=\frac{1,34.10^6}{\beta''}=\frac{1,34.10^6}{0,999\,17}=13,4\ \text{km sec}^{-1},$$

$$\mathcal{R}''=\frac{GM''}{c\mathcal{V}''}=\frac{6,66.10^{-8}\times 0,52\times 1,985.10^{33}}{3.10^{10}\times 1,34.10^6}=17\,100^{\text{km}},$$

$$T''_2=\left[\frac{L''}{\pi ac\mathcal{R}''^2}\right]^{\frac{1}{4}}=\left[\frac{1,74.10^{30}}{3,1416\times 7,64.10^{-15}\times 3.10^{10}(1,71)^2 10^{18}}\right]^{\frac{1}{4}}=5\,360\ \text{degrés},$$

d'où il résulte que le type spectral est G2.

Or, étant donné cette température, il y a, entre la magnitude visuelle et la magnitude bolométrique, une différence de $0^m,10$, et l'identification annoncée découle de ce que, entre la magnitude visuelle absolue calculée et celle que l'observation fournit pour Procyon B, le résidu est

$$13^m,12+0^m,10-13^m,22=0^m,00.$$

Conclusions. — Le système de Procyon est tout à fait analogue à celui de Sirius : les deux étoiles principales sont à l'époque primaire et les deux compagnons à l'époque secondaire. Au point de vue des vérifications expérimentales que l'avenir réserve, nous retiendrons que le spectre du compagnon de Procyon, qui jusqu'à présent n'a pas pu être observé, est du type G2 et que, entre ce compagnon et Procyon A, l'effet Einstein présente une différence de $13,4-0,7=12,7$ km sec^{-1}.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la loi d'absorption de la lumière par la matière interstellaire.* Note de MM. **Daniel Barbier** et **Daniel Chalonge**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Au cours de la discussion (1) des résultats de l'étude photométrique d'un certain nombre de spectres continus stellaires, nous avons examiné le cas des étoiles à émission dont la température de couleur est inférieure à la température moyenne correspondante des étoiles du même type spectral. Ces étoiles ne sont pas les seules à être *anormalement rouges* : d'autres étoiles ont le même caractère, sans montrer toutefois la moindre émission; par ailleurs, leur discontinuité de Balmer possède une valeur normale. Aussi attribue-t-on leur couleur anormale à une modification de leur spectre continu due à l'absorption apparente par diffusion exercée par la matière interstellaire qui se trouverait répandue entre elles et nous. C'est uniquement de ce groupe d'étoiles qu'il sera question dans la présente Note.

Pour obtenir quelques informations sur la structure de la matière absorbante, il serait utile de connaître la loi suivant laquelle la matière interstellaire absorbe les diverses radiations. Si l'on représente par I_0 et I l'intensité, avant et après la traversée du nuage absorbant, du faisceau qui nous parvient, si m est la masse absorbante traversée et $k(\lambda)$ son coefficient massique d'absorption pour la radiation λ, on sait que

$$I = I_0 \, e^{-k(\lambda)m}.$$

Il s'agirait de déterminer la fonction $k(\lambda)$. Nous ferons, pour cela, le raisonnement suivant : l'étoile considérée serait, par hypothèse, une étoile normale, de même type, si l'absorption interstellaire disparaissait; or, le spectre continu d'une étoile normale d'un type donné est défini de façon assez précise : les paramètres correspondants sont donnés dans le tableau de notre précédente Note (1). Nous voyons donc qu'il est possible d'obtenir (à un facteur constant près) I/I_0, et par suite (à un terme constant près) $k(\lambda)$. On peut conduire, très simplement, le calcul de la façon suivante : la différence entre le φ de l'étoile, mesuré dans un certain domaine spectral, et le φ correspondant relatif aux étoiles normales de même type, donne, pour l'intervalle spectral considéré, le gradient G de l'étoile, telle qu'elle est observée, par rapport à ce qu'elle serait en l'absence d'absorption (gradient

(1) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 99.

de rougissement). Or

$$G = -\frac{d}{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)} \log\frac{I}{I_0} = m\frac{dk}{d\left(\frac{1}{\lambda}\right)} \tag{1}$$

La fonction G est une donnée de l'observation. Par une intégration, l'équation différentielle (1) donne la fonction $k(\lambda)$.

Pour les étoiles anormalement rouges, ζ Pers, χ^2 Orio, 9 Ceph, nous disposons d'un matériel d'observations assez vaste, car nous pouvons compléter nos observations par celles de Kienle, Strassl, Wempe [2], et celles de Greaves, Davidson, Martin [3] qui s'étendent plus loin vers les grandes longueurs d'onde : nous avons pu ainsi déterminer la fonction G depuis le rouge jusqu'à l'ultraviolet. L'intégration de l'équation (1) nous a conduit aux lois d'absorption suivantes :

$$\text{pour } \zeta \text{ Pers,} \quad mk = mk_0 + 1,85\frac{1}{\lambda} - 0,49\frac{1}{\lambda^2} + 0,054\frac{1}{\lambda^3},$$

$$\text{pour } \chi^2 \text{ Orio,} \quad mk = mk_0 + 4,94\frac{1}{\lambda} - 1,48\frac{1}{\lambda^2} + 0,155\frac{1}{\lambda^3},$$

$$\text{pour } 9 \text{ Ceph,} \quad mk = mk_0 + 1,72\frac{1}{\lambda} - 0,20\frac{1}{\lambda^2}; \tag{2}$$

m n'a évidemment pas la même valeur dans les trois cas, k_0 est une constante inconnue [4]. Il est encore difficile, à l'heure actuelle, par suite des erreurs d'observation et du nombre trop faible des étoiles étudiées, d'affirmer que la loi de variation de k change suivant la région du ciel : il semble toutefois que, pour ζ Pers et χ^2 Orio, la loi soit sensiblement la même.

Pour aucune des étoiles considérées la loi d'absorption n'a donc pu être mise sous la forme

$$k = a\lambda^{-p}, \tag{3}$$

par laquelle on avait jusqu'ici cherché à représenter l'absorption interstellaire : ce résultat a été confirmé par l'étude de quelques étoiles pour lesquelles nous ne connaissions que les deux températures de couleur observées par nous.

Si l'on soumet à une analyse similaire à celle qui vient d'être exposée,

---

(2) *Veröff. Univ. Sternw. Göttingen*, n° 50, 1938.

(3) *Greenwich Observations of colour temperatures of stars*, 1926-1932, under the direction of Sir Franck Dyson.

(4) Constante qui serait nulle si l'extrapolation était permise jusqu'à $1/\lambda = 0$.

les résultats des observations de Baade et Minkowski ([5]) sur certaines étoiles d'Orion et de Persée, on arrive, pour les étoiles d'Orion, à des lois d'absorption de forme analogue à (2), et, pour celles de Persée, à une loi qui pourrait être ramenée à la forme (3) avec $p = 1$: l'absorption varierait donc suivant la région du ciel considérée.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La mécanique ondulatoire de certains espace tordus.* Note de M. **Jean Roubaud-Valette**, présentée par M. Louis de Broglie.

M. Dirac a considéré, dans sa théorie de l'électron magnétique, des opérateurs de la forme $-(h/2\pi i)(\partial/\partial x J) - e A_J/c$, où A_J représente la $J^{\text{ième}}$ composante du potentiel vecteur électromagnétique.

Prenons des matrices I_μ et des opérateurs $P_J = -(h/2\pi i)(\partial/\partial x J)$. Si l'on a $I_\mu^2 = \text{const.}$, on a des matrices du type *Dirac* $I_\mu^2 = +1$ ou *Neumann* $I_\mu^2 = -1$.

Prenons ici $I_\mu^2 = \lambda$ avec λ fonction des coordonnées et du temps, l'espace n'est plus euclidien. Définissons la structure de l'espace par la connexion $P_\mu(I_J) = I_J \Phi_\mu$, où Φ_μ est un nombre type 1. On a alors l'égalité opératorielle $P_\mu I_J. = I_J P_\mu. + I_J \Phi_\mu.$, de sorte que l'opérateur $(\Sigma P_\mu I_\mu. + m_0 c.)$ se ramène à $\left(\Sigma I_\mu(P_\mu. + \Phi_\mu) + m_0 c.\right)$ analogue à celui de M. Dirac, surtout si l'on pose $\Phi_\mu = -e A_\mu/c$.

Considérons $I_\mu I_\mu = \lambda$; on voit que $P_k(I_\mu I_\mu) = P_k \lambda$ donne

$$2\lambda\Phi_k = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial\lambda}{\partial x^k} \quad \text{ou} \quad d(\log\lambda) = -2\frac{2\pi i}{h}\Sigma\Phi_k dx_k.$$

Si $\Sigma\Phi_k dx^k$ est une différentielle exacte, $\Phi_k = \partial\Phi/\partial x^k$; on a

$$\lambda = \lambda_0 e^{-\frac{2\pi i}{h}2\Phi} \quad (\Phi \text{ a les dimensions d'une action}).$$

La longueur est alors intégrable, mais l'étalon de longueur a une variation périodique; en faisant de Φ une fonction d'onde du type $\Sigma p_r x^r$, on a une *géométrie ondulatoire*.

Si $\Phi_k dx^k$ n'est pas une différentielle exacte, la longueur n'est plus intégrable; en prenant $\Phi_k = -(eA_k/c)$, on a un espace où règne un champ

([5]) *Astrophysical Journal*, 86, 1937, p. 159.

électromagnétique. Dans le cas général

$$\Phi_k = -\frac{eA_k}{c} + \frac{\partial \Phi}{\partial x^k} \qquad (A_4 = -iV).$$

Soit $\pi \equiv P_\mu I_\mu . + m_0 c.$, l'opérateur analogue à celui de M. Dirac $\overrightarrow{\pi\psi} = 0$ donne les quatre équations du type Dirac. L'opérateur adjoint dans la linéarisation est $\pi^\star \equiv . I_J P_J - . m_0 c$ et $\overleftarrow{\psi^\star \pi^\star}$ (où l'on opère à gauche) donnent les équations du corpuscule adjoint (où $m_0 \rightarrow -m_0$). Faisons l'opération $\overrightarrow{\pi^\star \pi \psi}$ en opérant cette fois toujours à droite. On obtient

$$[-m_0^2 c^2 + m_0 c \Sigma (I_J P_J . - P_\mu I_\mu .) + \Sigma I_J P_J P_\mu I_\mu .]\psi$$

ou

$$\left[-m_2^0 c^2 - m_0 c \Sigma I_J \Phi_J . + \lambda (P_J + \Phi_J)(P_J + \Phi_J) + I_J I_\mu \left(\frac{h}{2\pi i}\right)\left(\frac{e}{c}\right)\left(\frac{\partial A_\mu}{\partial x^J} - \frac{\partial A_J}{\partial x^\mu}\right)\right].$$

Le dernier terme fait apparaître $F_{J\mu}$ champ électromagnétique. On voit que, comme M. Dirac, nous faisons apparaître des potentiels électromagnétiques mettant en évidence une densité de moment électrique

$$\mathcal{P}_x = \frac{eh}{4\pi m_0 c} i I_2 I_3, \ldots$$

et une densité de moment magnétique

$$\mathfrak{M}_x = \frac{eh}{4\pi m_0 c} i I_1 I_4, \ldots.$$

Il y a, de plus, un potentiel provenant des termes $m_0 c \Sigma I_J \Phi_J$ qui est un potentiel de structure de l'espace temps non euclidien, jouant le rôle d'une *densité d'énergie du vide*.

En prenant $\overleftarrow{\psi^\star \pi^\star \pi}$ et en opérant à gauche, on a même opérateur, sauf que $m_0 \rightarrow -m_0$; d'où mêmes densités de moments et même potentiel de structure.

Si nous prenons cinq dimensions comme dans une Note précédente [6], nous pouvons obtenir non seulement le champ électromagnétique, mais encore le champ de gravitation qui dérive d'un potentiel scalaire.

Nous voyons que la méthode de M. Dirac ne donne un modèle *magnétique* de l'électron que parce que les opérateurs $[P_i - (eA_i/c)]$ sont choisis de manière à nous ramener à la mécanique ondulatoire dans un espace tordu.

---

(6) J. ROUBAUD-VALETTE, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1556.

PHYSIQUE. — *Sur le rayon de l'électron et le calcul de la constante photoélectrique des métaux.* Note de M. **Théodore Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai montré [1] comment on peut calculer le rayon de l'électron, en admettant qu'il roule sans glisser, et que son rayon varie en raison inverse de sa vitesse. Si ρ est le rayon de l'électron, h la constante de Planck, m la masse de cet électron, et v sa vitesse, j'obtiens

$$(1) \qquad \rho = \frac{h}{2\pi m v}.$$

Pour les grandes vitesses, il faut tenir compte dans l'expression ci-dessus de la variation de la masse avec la vitesse.

Récemment J.-J. Thomson [2], par une voie différente, est arrivé à la même expression pour ce rayon.

Bien que toutes les propriétés de l'électron aient été déduites en partant seulement des hypothèses qui m'ont servi à calculer le rayon de l'électron, il est nécessaire de trouver des expériences capables de donner une vérification plus directe de la formule (1).

La première idée qui vient à l'esprit est d'examiner comment se comporte l'électron dans un gaz.

Dans ce cas, on peut calculer quelle doit être la vitesse de l'électron telle que son diamètre soit égal à la distance moyenne entre les molécules. De même, on calcule la différence de potentiel V nécessaire à la production d'une telle vitesse.

Si l'on pose $Ve = 1/2\, mv^2$, on tire de la formule (1)

$$(2) \qquad V = \frac{h^2}{2\pi^2 m e d^2} = \frac{h^2}{2\pi^2 m e} n^{\frac{2}{3}},$$

où e est la charge de l'électron, d la distance moyenne entre les molécules (égale à 2ρ), n le nombre de molécules par centimètre cube.

Si l'on exprime V en volts et d en angströms, on a $V = 15/d^2$; si la pression du gaz est égale à 1 kg/cm²,

$$d = 33\,\text{Å} \qquad \text{et} \qquad V = 0{,}015 \text{ volt}.$$

---

(1) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 537.

(2) *Phil. Mag.*, 27, 1939, p. 3.

Mais on peut songer aussi aux conducteurs métalliques. En effet, dans les métaux, les électrons se meuvent parmi les ions positifs qui constituent le métal. Si l'on suppose le réseau cubique simple, il faudrait que le diamètre de l'électron soit égal à la diagonale d'une des faces du cube, moins le double du rayon des ions qui constituent le réseau.

Si le réseau appartient à une autre forme cristalline, on doit chercher quelle est la plus grande distance entre les ions, qui permet à l'électron de circuler librement. A cette distance, correspond pour l'électron la plus petite vitesse possible.

Si dans le métal existent des électrons d'une vitesse définie, correspondant au potentiel V, ces électrons peuvent sortir du métal. Entre l'intérieur du métal et sa surface qui est en contact avec le sol ($V = 0$), prend naissance une différence de potentiel égale à V.

A la surface du corps il y a donc une chute de potentiel qui ne peut être franchie que par les électrons dont l'énergie cinétique est plus grande que V. Le travail dépensé par l'unité de quantité d'électricité qui traverse cette couche constitue, comme on sait, la constante photoélectrique et en même temps la constante thermoionique.

Dans le tableau figurent le côté δ du cube élémentaire, trouvé à l'aide des rayons X; le rayon r_i de l'ion positif d'après Pauling [3] (pour l'argent et l'aluminium, on a considéré aussi les valeurs données par Goldschmidt); les valeurs V_e de la constante photoélectrique, obtenues expérimentalement et admises par Hughes et du Bridge [4]; enfin les mêmes valeurs V_c calculées à l'aide de la formule (2).

J'ai pris pour diamètre de l'électron le côté δ du cube élémentaire diminué du diamètre de l'ion positif.

J'ai dû procéder ainsi parce que tous ces métaux appartiennent soit au système du cube à faces centrées, soit à celui du cube centré.

	Li.	Na.	K.	Rb.	Cs.	Al.	Cu.	Ag.	Au.
δ Å...	3,46	4,24	5,25	5,62	6,05	4,05	3,61	4,08	4,07
r_i....	0,6	0,95	1,33	1,48	1,69	0,5; 0,57	0,96	1,26; 1,13	1,37
V_e....	2,1-2,9	1,9-2,46	1,76-2,25	1,8-2,2	1,9	2,5-3,6	4,1-4,5	4,56-4,73	4,73-4,8
V_c....	2,9	2,72	2,20	2,12	2,1	1,61; 1,77	5,03	6,1; 4,53	8,4

On peut remarquer sur le tableau que la concordance est bonne, sauf pour l'or.

(3) R. DE L. KRONIG, *The Optical Basis of the Theory of Valency*, p. 77.

(4) E. L. E. WHEATCROFT, *Gaseous Electrical Conductors*, p. 59.

On voit encore que, pour l'argent, à deux valeurs de r_i correspondent deux valeurs de V_c, entre lesquelles est comprise la valeur expérimentale V_e.

Des considérations exposées plus haut, on voit que, dans les métaux, les électrons se comportent comme s'ils avaient un diamètre qui varie en raison inverse de la vitesse, conformément à la formule (1).

Peut-être une meilleure connaissance de la constante photoélectrique en fonction de la température absolue, de l'état cristallin et du diamètre des ions positifs, pourrait-elle donner une vérification meilleure de cette formule, car on voit, sur le tableau, qu'une erreur de 10 % sur r_i entraîne une erreur de 30 % sur la valeur de V_c.

RAYONS X. — *Spectres d'absorption et niveaux caractéristiques de l'uranium, du platine et du tungstène.* Note de Mlles **Yvette Cauchois** et **Ioana Manescu**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans le cadre de certains travaux poursuivis dans notre laboratoire, nous avons été amenées à analyser les spectres d'absorption L des éléments U (92), Pt (78) et W (74). Comme dispositif expérimental, celui que nous employons généralement pour cette région spectrale : tube à rayons X démontable, sur pompes à diffusion d'huile; spectrographes à micas courbés (40^{cm}) utilisés par transmission. Émetteurs lourds : Ta et U pour Pt et W, avec filament Ta; Au et Ta pour U avec filament W.

Les discontinuités ont été mesurées en premier et deuxième ordres des plans $(\bar{2}01)$ et premier ordre de (100), par rapport aux références K suivantes dans les quatre premiers ordres : Cd, Ru, Mo, Nb, Sr, Rb, Br, Se (¹), Ag, Pd, Rh (²). Les corrections à la loi de Bragg sont négligeables. Nos micas donnent un très bon pouvoir de résolution (sous 6 u. x. mm.).

Les absorbants étaient Pt laminé, épaisseur $0^{mm},01$; W et U en poudre fine collée sur papier à cigarette. L'absorbant, placé entre tube et cristal, ne pouvait diffuser dans la direction de la plaque photographique; afin d'éviter une émission caractéristique du métal absorbant les électrons secondaires provenant de la fenêtre du tube étaient arrêtés par une épaisseur convenable d'Al et ne pouvaient atteindre l'écran. Pour observer avec le maximum de contraste une discontinuité de longueur d'onde λ en

(¹) M. Siegbahn, *Spektroskopie der Röntgenstrahlen*, 2te Aufl., 1931.
(²) S. Elg, *Zeits. f. Phys.*, 106, 1937, p. 315.

ordre *n*, il y a lieu d'éviter, par un choix approprié de la tension d'excitation ou des réflexions cristallines employées, la superposition du fond continu $n\lambda/n'$ refléchi en ordre n'. Nous pointons au comparateur le centre des raies blanches et le maximum de contraste des discontinuités; sur les microphotogrammes nous déterminons le point d'inflexion de chaque discontinuité.

Résultats de nos mesures : Tableau I, où nous avons rappelé les nombres

TABLEAU I.

	92 U.				78 Pt.				74 W.			
	λ u.x. Sandström.	λ u.x.	ν/R.	$\sqrt{\nu/R}$.	λ u.x. Sands.	λ u.x.	ν/R.	$\sqrt{\nu/R}$.	λ u.x. Sands.	λ u.x.	ν/R.	$\sqrt{\nu/R}$.
L_{III}......	720,8	$720,7_6$	$1264,3_2$	$35,55_7$	1071,0	$1070,2_3$	$851,4_7$	$29,18_0$	1212,9	$1213,0_1$	$751,2_5$	$27,40_9$
R.B.L_{III}.	–	$720,4_7$	$1264,8_3$	$35,56_4$	1069,0	$1069,8_7$	$851,7_6$	$29,18_5$	1211,2	$1212,3_6$	$751,6_5$	$27,41_6$
L_{II}......	591,3	$590,7_1$	$1542,6_7$	$39,27_7$	932,1	$932,3_3$	$977,4_1$	$31,26_4$	1071,7	$1072,4_2$	$849,7_3$	$29,15_0$
R.B.L_{II}.	–	$590,4_7$	$1543,2_9$	$39,28_5$	–	–	–	–	–	$1071,8_9$	$850,1_5$	$29,15_8$
L_I.......	568,0	$568,2_8$	$1603,_{56}$	$40,04_4$	891,4	$891,_{40}$	$1022,_{29}$	$31,9_{73}$	1023,5	$1022,_6$	$891,_{13}$	$29,85_2$

TABLEAU II.

	L_I.	L_{II}.	L_{III}.	M_I.	M_{II}.	M_{III}.	M_{IV}.	M_V.	N_I.	N_{II}.	N_{III}.
92 U.....	$1602,_{44}$	$1542,_{73}$	$1264,3_2$	$408,_{66}$	$381,_{66}$	$316,_{90}$	$274,_{42}$	$261,_{51}$	$106,_{00}$	$93,_{69}$	$76,_{79}$
78 Pt....	$1021,_{92}$	$977,_{41}$	$851,4_7$	$242,_{60}$	$222,_{46}$	$194,_{73}$	$162,_{01}$	$156,_{01}$	$53,_{96}$	$44,_{51}$	$37,_{82}$
74 W....	$890,_{64}$	$849,_{75}$	$751,2_5$	$207,_{17}$	$189,_{20}$	$167,_{58}$	$137,_{36}$	$132,_{76}$	$43,_{38}$	$35,_{68}$	$30,_{77}$

	N_{IV}.	N_V.	$N_{VI,VII}$.	O_I.	O_{II}.	O_{III}.	$O_{IV,V}$.	P_I.	$P_{II,III}$.	$P_{IV,V}$.
92 U.....	$57,_{43}$	$54,_{36}$	$27,_{98}$	$23,_{94}$	$18,_{86}$	$14,_{59}$	$7,_{12}$	$5,_{32}$	$2,_{04}$	$0,_{27}$
78 Pt....	$24,_{24}$	$22,_{84}$	$5,_{15}$	$7,_{29}$	$4,_{51}$	$3,_{51}$	0	–	–	–
74 W....	$18,_{57}$	$17,_{58}$	$1,_{99}$	$5,_{19}$	$2,_{96}$	$2,_{20}$	0	–	–	–

jusqu'ici admis d'après Sandström (³); Tableau II, les valeurs que l'on peut déduire pour les niveaux énergétiques de U, Pt et W des données les plus récentes sur les fréquences d'émission L de ces éléments (¹) (⁴) (⁵) (⁶) (⁷), en prenant comme bases les fréquences d'absorption L_{III} mesurées ici.

L'interprétation suivante se confirme pour les absorptions mesurées : UL_{III}, $L_{III}P_{IV,V}$; L_{II}, $L_{II}P_{IV}$; L_I, $L_IQ_{II,III}$; Pt et WL_{III}, $L_{III}O_{IV,V}$; L_{II}, $L_{II}O_{IV}$; L_I, $L_IP_{II,III}$. Un contrôle direct fait pour W par superposition, sur une

(³) *Zeits f. Phys.*, 65, 1930, p. 632.
(⁴) H. Claesson, *Zeits. f. Phys.*, **101**, 1936, p. 499 (Uranium).
(⁵) Y. Cauchois, *Comptes rendus*, **201**, 1935, p. 598 (Platine).
(⁶) S. Kaufman, *Phys. Rev.*, **45**, 1934, p. 385 et 613 (Platine).
(⁷) S. Rouault, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 650 (Tungstène).

certaine hauteur d'un même cliché, du spectre d'émission au spectre d'absorption, montre que β_5 et γ_6 respectivement se placent juste sur L_{III} et L_{II}; dans ce cas, comme dans celui du Re déjà étudié par l'une de nous et vraisemblablement dans celui du Pt, la fréquence d'absorption prise au point d'inflexion de la discontinuité doit être un peu supérieure à la fréquence d'émission correspondante, malgré l'apparence numérique parfois contraire qui doit relever des erreurs expérimentales.

En bon accord avec la règle générale ([8]), nous mesurons des raies blanches très prononcées sur WL_{III} et (pour la première fois) sur WL_{II}, UL_{II}, UL_{III}, mais pas sur U, Pt ni WL_{I}. Quant au Pt, nous observons, pour l'épaisseur d'absorbant indiquée, dans de bonnes conditions d'expérience, une fine raie blanche peu marquée sur L_{III}; Sandström ([3]) en a signalé une, tandis que Veldkamp ([8]) mentionne qu'elle est totalement absente. Nous n'en avons pas sur L_{II}. Nos observations font penser que le Pt aurait bien un groupe électronique $O_{IV,V}$ encore incomplet; toutefois la probabilité d'éjection des électrons L_{II} et L_{III} sur des niveaux plus extérieurs que $O_{IV,V}$ serait grande, ce qui expliquerait le fait que les raies blanches sont peu contrastées et les discontinuités larges.

Avec spectromètre à deux cristaux et chambre d'ionisation, Beeman et Friedman ([9]) ont obtenu une courbe d'absorption pour L_{III} du Pt, dont ils déduisent une valeur de 1070,0 u.x. pour PtL_{III}; d'après l'allure même de leur courbe elle doit être trop faible, vu la convention générale actuelle pour ces déterminations; aucune remarque sur la *raie blanche*.

Il nous semble que la méthode *photographique* d'analyse des discontinuités d'absorption à l'aide du spectrographe à focalisation, au moins dans les conditions de nos expériences, et complétée par l'étude microphotométrique des clichés, peut donner des résultats directs et précis sur l'allure générale, la largeur et la position des discontinuités ainsi que sur leur structure fine, spécialement les raies blanches qui les accompagnent souvent.

RADIOACTIVITÉ. — *Émission de radiations ionisantes par les sels de métaux ordinaires.* Note de M. **Émile Thibaud** présentée par M. Aimé Cotton.

On a déjà donné ([1]) quelques résultats sur les coefficients d'absorption par l'air et sur les longueurs d'onde des radiations émises par

([8]) *Dissertation Groningen*, 1934.

([9]) W. W. Beeman and H. Friedman, *Phys. Rev.*, 56, 1939, p. 392.

([1]) G. Reboul et E. Thibaud, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 568.

des métaux ordinaires et quelques-uns de leurs sels. J'ai continué ces expériences; j'ai cherché d'abord si l'état physique du métal étudié apportait des modifications aux résultats des mesures; il n'en a rien été, et j'ai obtenu des valeurs identiques de ces coefficients d'absorption par l'air, que le métal émetteur soit en plaque épaisse, mince, ou en poudre. Par suite j'ai pu faire l'étude des corps simples et de leurs composés qu'on peut avoir facilement en poudre.

J'ai étudié l'aluminium, le magnésium, le chrome, le manganèse, l'antimoine et plusieurs de leurs composés; les résultats ont été les suivants : les coefficients d'absorption par l'air, obtenus en faisant la moyenne de plusieurs séries d'expériences, correspondent à une couche d'air ionisée de 2^{cm} d'épaisseur.

Métal ou corps simple.	Al.	Mg.	Cr.	Mn.	Sb.
Coefficient (cm^{-1})....	0,10	0,13	0,16	0,18	0,34
Composés...........	oxyde	oxyde, phosphate, sulfate	oxyde, sulfate	oxyde, sulfate	oxyde, sulfure
Coefficient (cm^{-1})....	0,11	0,13	0,16	0,17-0,19	0,33-0,36
Longueur d'onde (Å).	3,1	3,4	3,8	3,9	4,9

La méthode de détermination des coefficients d'absorption n'est applicable que sous les restrictions données dans la précédente Note : les métaux ou leurs sels doivent être en quantité assez abondante et sous une forme suffisamment stable pour se prêter à des expériences durant plusieurs jours.

Ces nouveaux résultats confirment donc ce qui a été signalé précédemment; le phénomène étudié est général et spécifique des atomes métalliques contenus dans le métal ou dans ses divers composés.

PHYSICOCHIMIE. — *Sur le spectre Raman des tungstates neutres à l'état cristallin et à l'état aqueux.* Note de Mlle **Marie Théodoresco**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons déjà publié [1] des résultats concernant le tungstate neutre de sodium à propos d'un complexe tungstotartrique. Il nous a paru utile de reprendre les travaux sur les tungstates, comme nous l'avons fait pour les

(1) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 668.

molybdates dont les résultats ont paru dans une Note précédente ([2]). Cette fois encore nous avons opéré sur les solutions et sur les cristaux.

Tungstate neutre de sodium, WO^4Na^2, $2H^2O$. — *a. En solution aqueuse*, nous avons pris des spectres sur des échantillons différents de la même substance et nous avons constaté un *doublet* qui comprend une raie fine, très forte et très nette, 931 cm^{-1} et une raie large, floue (peut-être multiple), 833 cm^{-1}; en dehors du doublet le spectre présente une troisième raie assez intense et large 324 cm^{-1}. J. Gupta donne des résultats très voisins des nôtres. Comme pour les molybdates ([2]), nous sommes d'accord avec lui pour le nombre de raies Raman, sinon dans leur interprétation ([3]).

b. A l'état cristallin, le spectre comprend un *triplet* avec une raie très forte et très fine 935 cm^{-1}, une raie plus large, moins floue qu'en solution, 839 cm^{-1}, et entre ces deux raies une troisième raie très faible 882 cm^{-1} environ (elle paraît multiple); en dehors de ce groupe, une quatrième raie 334 cm^{-1}, assez large.

Tungstate neutre de strontium, WO^4Sr. — Ce sel cristallise anhydre, même s'il est préparé par voie humide. Il est très peu soluble dans l'eau et c'est pourquoi nous n'avons pas pris son spectre en solution. Nous avons obtenu le tungstate de strontium à l'état de poudres au laboratoire, d'après Lefort ([4]), en mélangeant la quantité théorique d'acétate de strontium avec la quantité théorique de tungstate neutre de sodium, chacun dissous séparément dans l'eau. Les cristaux étant extrêmement fins, les spectres sont difficiles à obtenir. Le nôtre est analogue à celui du tungstate neutre de sodium : un triplet, 924 cm^{-1}, 856 cm^{-1}, 839 cm^{-1}, et une quatrième raie 334 cm^{-1}. Or le tungstate neutre de sodium est *hydraté* tandis que celui de strontium est *anhydre*.

Conclusion. — Ces travaux confirment les conclusions que nous avons données dans notre Note précédente ([2]). Le spectre est celui de l'ion WO^{4--}. Aussi bien l'ion anhydre que l'ion hydraté doivent former probablement un *tétraèdre plus ou moins déformé*. En voici les raisons.

Comparées aux raies Raman des cristaux, celles des solutions sont en général plus larges, plus floues et moins bien différenciées. Il arrive donc que le spectre Raman des cristaux soit plus riche en raie que celui des solutions, à condition de les comparer en dehors du domaine du fond

---

([2]) E. Darmois et M. Théodoresco, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1308.
([3]) J. Gupta, *Indian Jour. Phys.*, 8, 1938, p. 223.
([4]) *Annales Chim. Phys.*, 5e série, 17, 1879, p. 470.

continu donné par la raie excitatrice 4358 Å dans le cas des cristaux qui diffusent en général beaucoup autour de cette raie.

Il paraît évident que les molécules d'eau gênent les vibrations, déforment plus ou moins le tétraèdre, si bien que certaines raies cessent d'être différenciées. Elles donnent en se groupant des bandes larges et floues, et la configuration tétraédrique pourrait quand même subsister dans le cas des ions hydratés. La quatrième raie prévue par la théorie sur la configuration tétraédrique ne manque peut-être pas réellement, mais elle pourrait faire partie de la bande large et floue qui forme la seconde raie Raman du doublet quand il n'y a pas triplet.

La raie annoncée par Venkatesvaran ([5]) se trouve dans une région où il nous est arrivé de constater de très faibles raies dues à l'arc ou bien des raies provenant du groupement WO^3.

GÉOPHYSIQUE. — *Sur l'origine du magnétisme terrestre.*
Note de M. **Alexandre Dauvillier**, présentée par M. Charles Maurain.

I. Dans une précédente Note ([1]) sur la structure interne du globe et la genèse des continents et des océans, nous avons montré que les fosses océaniques étaient d'anciennes *mers lunaires*, dont les épanchements basaltiques devaient donner naissance à la vapeur d'eau, par réduction de leur Fe^2O^3 par l'atmosphère d'hydrogène, avec formation de magnétite. Il résulte de cette conception une relation numérique entre la masse des océans et le ferromagnétisme du globe.

Les fonds océaniques représentent les 2/3 de sa surface et leur épaisseur utile, au point de vue du magnétisme, ne saurait excéder 30 km, par suite du degré géothermique. La masse des océans étant de 10^{23} g, on trouve ainsi que la quantité de magnétite formée doit atteindre 6 %, ce qui est précisément la teneur normale des basaltes.

Cette magnétite s'est aimantée, en *atmosphère réductrice*, dans le champ cosmique existant à l'époque du refroidissement des laves, au passage par le point de Curie (580°C). Nous traitons ainsi l'écorce terrestre comme la brique qui est cuite dans un champ magnétique et en conserve une aimantation durable et caractéristique. L'axe magnétique du globe coïncidait

---

([5]) *Proc. Indian Acad. Sci.*, 7, 1938, p. 144.

([1]) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 452; *Astronomie*, 52, 1938, p. 529-541.

alors avec son axe de rotation. Le fait que les pôles magnétiques actuels sont distants des pôles géographiques d'une vingtaine de degrés montre seulement que l'écorce a dérivé tout d'une pièce sur le magma pâteux sous-jacent. Les accidents causés par cette dérive (fractures, séismes, orogénèse) ont fait que les deux pôles ne sont plus aux antipodes l'un de l'autre, mais bien actuellement distants de près de 2000 km.

D'autres considérations indiquent que cet écart de 20° a pu en atteindre 80° et que la vitesse de cette dérive n'a pas excédé 100^{km} par million d'années, soit 10^{m} par siècle. La variation séculaire ne saurait donc lui être attribuée.

Le ferromagnétisme du globe est donc fossile et très superficiel. Son moment étant $M = 8,6.10^{25}\Gamma\ cm^3$, l'aimantation spécifique des *basaltes sous-océaniques* doit atteindre la valeur élevée de $5,7\ \Gamma$.

Cette conception rend compte, à la fois, de la dissymétrie du géomagnétisme, reproduite par le *Magnetarium* de Wilde et de la pesanteur sur les océans.

II. Nous avons déjà tenté ([2]) d'identifier le champ cosmique responsable avec celui de la *lumière zodiacale*, considérée comme le prolongement de la couronne solaire, soit une émission radiale d'électrons animés d'une vitesse voisine de celle de la lumière, compensant l'émission positive due aux protubérances. La largeur des jets coronaux nous est donnée par la durée des orages magnétiques. Une perturbation durant 10 heures correspond à une largeur de 5° héliocentriques, soit de 1000 diamètres terrestres. Si nous considérons la Terre abordée par son côté *soir* par un tel faisceau, la loi de Biot et Savart nous montre qu'un champ magnétisant de 10Γ sera produit par une densité de 5 électrons par litre. Une telle valeur est compatible avec une densité gazeuse dans l'espace cosmique de $10^{-25}\ g.cm^{-3}$, soit de trois atomes de sodium (par exemple) par litre, transformés en ions positifs par le rayonnement ultraviolet solaire.

L'énergie cinétique des électrons doit, bien entendu, être largement supérieure au travail d'aimantation du globe, soit $M^2/3R^3$. En prenant $4.10^9\,eV$, valeur justifiée plus loin, on trouve que la dépense d'énergie solaire est encore insignifiante, de l'ordre seulement du millième du rayonnement thermique. Ainsi sont réfutées les deux objections de Schuster.

III. Mais les orages magnétiques *actuels* n'ont qu'une intensité 400 fois

---

([2]) *Rev. Sc.*, 73, 1935, p. 73-82.

moindre. Nous devons donc admettre que l'activité solaire a été, tout au moins temporairement, beaucoup plus grande il y a 2.10^9 ans qu'aujourd'hui. Les perturbations *mondiales* se manifestent, d'une part, et comme le pensait Lodge dès 1909, par les courants radiaux que nous venons de considérer et, d'autre part, par l'effet des orbites équatoriales *démagnétisantes* qui dessinent un véritable spectre magnétique autour du globe. Si les aurores polaires sont dues (³) *à celles de ces trajectoires qui pénètrent dans l'ionosphère*, les aurores équatoriales seront attribuables à des électrons de $3,5.10^{10}$ eV, tandis que la zone aurorale correspondra à l'énergie « normale » de 4.10^9 eV. Le fait que cette zone limite un espace polaire « interdit » aux corpuscules secondaires, signifierait que l'ionosphère ne s'étend pas au delà de 3,5 rayons terrestres. La limite de 4.10^9 eV est à rapprocher de celle de 5.10^9 eV accusée par l'étude des rayons cosmiques.

Le géomagnétisme actuel est donc dû à la composition de deux champs : le champ fossile, principal et constant, et celui, faible et variable, résultant de la rotation du globe dans un champ dont les lignes de force demeurent sensiblement normales au plan de l'écliptique. Celui-ci engendre une aimantation dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation. Il en résulte que l'axe de Gauss occupe une position intermédiaire entre l'*axe* fossile et l'axe géographique, ainsi que des variations périodiques diurnes et séculaires. La partie *variable* du géomagnétisme apparaît comme le résultat d'un équilibre entre les courants radiaux cosmiques qui l'entretiennent et les courants circulaires démagnétisants qui en résultent, selon un rythme réflétant la périodicité de l'activité solaire.

MÉTÉOROLOGIE. — *Mesures photogrammétriques de la hauteur des nuages nacrés*. Note (¹) de M. **Carl Störmer**, présentée par M. Charles Maurain.

J'ai donné (²) quelques résultats préliminaires sur les remarquables nuages nacrés vus dans la Norvège méridionale sous certaines conditions météorologiques. Comme toutes les plaques prises de ces nuages depuis

---

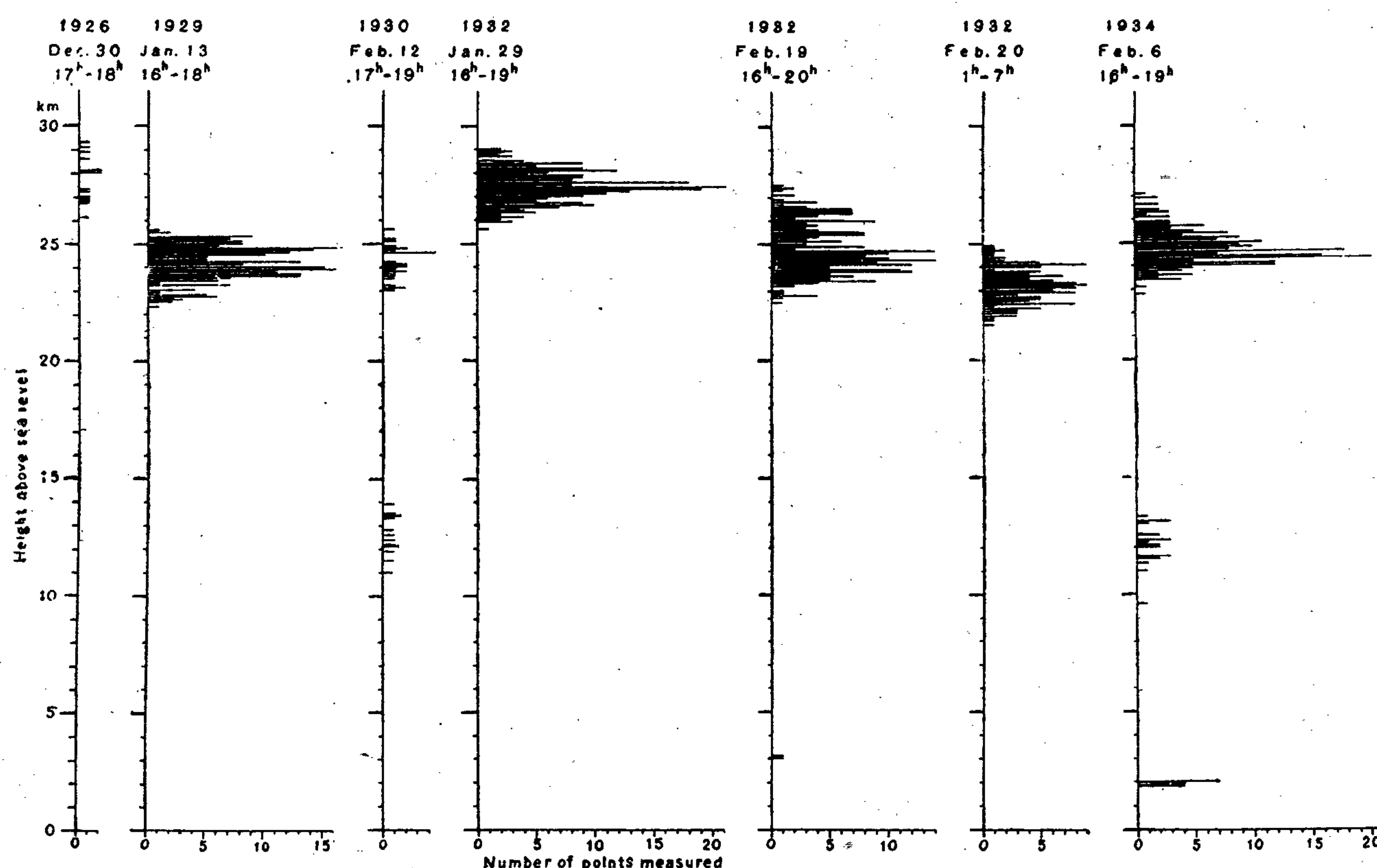
(³) *Journ. de Phys.*, 5, 1934, p. 398-413.

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

(²) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1824.

1926 sont maintenant mesurées, nous donnons sur la figure les résultats principaux des mesures de leur hauteur. Quant aux détails nous renverrons à une série de mémoires publiés dans les *Geofysiske Publikasjoner* d'Oslo.

Sur la figure le nombre de cas donnant une hauteur déterminée est, pour



chaque date, choisi comme abscisse et la hauteur en kilomètres comme ordonnée.

Dans le tableau ci-dessous, P désigne le nombre de paires de photographies simultanées prises de 2 ou 3 stations pour déterminer la hauteur, N le nombre de points mesurés et H la moyenne des hauteurs pour chaque date.

Nuages nacrés.

	1926. Déc. 30.	1929. Janv. 13.	1930. Févr. 2.	1932. Janv. 29.	1932. Févr. 19.	1932. Févr. 20.	1934. Févr. 6.
P........	2	38	7	42	44	29	24
N........	15	235	28	238	253	138	215
H........	27,7	24,1	24,0	27,4	24,8	23,2	24,7

Les plus grandes hauteurs furent mesurées le 30 décembre 1926, avec moyenne $27^{km},7$ et le 29 janvier 1932 avec moyenne $27^{km},4$. D'un intérêt particulier est le résultat que les nuages pendant la nuit du 19 au 20 février étaient plus bas (moyenne $23^{km},2$) que pendant l'après-midi précédent (moyenne $24^{km},8$).

Le 12 février 1930 et le 6 février 1934, il y avait sous les nuages nacrés des cirrus dont la hauteur était de 11 à 14^{km}. A la dernière date ces cirrus étaient à peu près stationnaires en forme de surfaces ondulées, très curieuses.

Quelquefois on voit des fractocumulus d'une hauteur de 2 à 3^{km} se mouvant avec le Föhn vers le Sud-Est.

Le 30 décembre 1930, la vitesse des nuages était grande, environ 75 mètres par seconde vers le Sud-Est. Les autres jours la vitesse était cependant faible, de 10 à 20 mètres par seconde, dans la même direction.

L'astronome Sigurd Einbu m'a écrit que, le 16 février 1934, il a mesuré la vitesse de nuages nacrés de 90 mètres par seconde vers ESE, en supposant que la hauteur des nuages était 25^{km}.

Une série de 41 photographies du même nuage, prises successivement le 29 janvier 1932, met en évidence les variations rapides de celui-ci avec évaporations et condensations successives correspondant à une certaine turbulence à un niveau de 26 à 28^{km} au-dessus du sol.

Comme nous l'avons déjà remarqué dans la Note citée, une couronne dans les nuages nacrés autour de la Lune avait un rayon correspondant à un diamètre de $0^{mm},0025$ pour les particules des nuages.

Des nuages nacrés furent aussi observés dans le nord de la Scandinavie et de la Finlande, ainsi qu'en Écosse.

Les conditions météorologiques pendant l'apparition des nuages nacrés étaient bien les mêmes que celles déjà indiquées par M. Mohn pour les nuages nacrés du siècle dernier (*Meteor. Zeitschr.*, mars 1893).

ALGOLOGIE. — Crouaniopsis, *nouveau genre de Céramiacée méditerranéenne.* Note (¹) de M. et Mme **Jean Feldmann**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

L'Algue, pour laquelle nous proposons ce genre nouveau, est assez abondante en été, aux environs de Banyuls-sur-Mer (Pyr.-Or.) par 20 à 30^{m} de profondeur. L'un de nous l'avait déjà signalée sous le nom de *Crouania procera* J. Feldm. mscr., mais elle semble bien pouvoir être identifiée au *Crouania annulata* du golfe de Naples que Berthold (²) avait antérieurement décrit à l'état stérile et sommairement.

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

(²) *Mitt. a. d. Zool. Stat. Neapel*, 3, 1882, p. 518.

Cette Algue, qui peut atteindre 13^cm de haut, présente l'aspect d'un *Crouania* très robuste. Au point de vue végétatif, elle diffère des vrais *Crouania* par ses rameaux courts verticillés par 4 et non par 3, par la présence, dans les parties adultes, de rhizoïdes descendants, non soudés entre eux, qui cortiquent l'axe central et enfin par l'origine différente des rameaux latéraux à croissance indéfinie. Ceux-ci, au lieu de naître, comme c'est le cas pour le *Crouania attenuata*, directement à partir de l'axe au niveau d'un verticille de 3 rameaux courts, naissent de l'extrémité distale de la cellule basale d'un des quatre rameaux courts verticillés.

Ayant découvert les organes reproducteurs du *Crouania annulata* et les ayant comparés à ceux du *Crouania attenuata*, qui étaient également mal connus, nous avons constaté dans la structure du procarpe et le développement du gonimoblaste des différences suffisantes pour justifier la création d'un genre nouveau pour le *Crouania annulata*, que nous proposons de nommer *Crouaniopsis annulata* (Berthold).

Chez le *Crouania attenuata*, les procarpes naissent isolément vers le sommet des rameaux à croissance indéfinie. La cellule péricentrale fertile représente la cellule basale d'un des trois rameaux courts verticillés et porte un rameau carpogonial quadricellulaire. Après la fécondation, il y a formation d'une seule cellule auxiliaire, et l'on observe de plus une fusion complète entre la cellule basale et la cellule axiale fertile. Le développement est donc tout à fait semblable à celui des *Antithamnion*.

Chez le *Crouaniopsis annulata*, les procarpes sont situés sur des rameaux spéciaux à croissance indéfinie, insérés latéralement et naissant de la cellule basale d'un rameau court verticillé. L'accroissement de ces rameaux à croissance indéfinie est arrêté par le développement du gonimoblaste, de telle sorte que ceux-ci paraissent situés latéralement tout le long des rameaux principaux portant les rameaux courts fertiles.

De la troisième cellule de ces axes latéraux naissent des cellules péricentrales qui peuvent être au nombre de 4, mais qui sont souvent en nombre moindre. Chacune de ces cellules péricentrales peut théoriquement porter un rameau carpogonial, mais le plus souvent il ne s'en développe que deux à partir de deux cellules péricentrales opposées, parfois même il ne s'en développe qu'un seul.

Le rameau carpogonial est quadricellulaire et sa cellule terminale constituant le carpogone est prolongée par un long trichogyne. Après la fécondation la cellule péricentrale fertile (cellule support) donne naissance à la cellule auxiliaire. Le carpogone se divise en deux par une cloison transver-

sale. La cellule inférieure, plus grosse, émet une cellule de jonction, qui s'unit à la cellule auxiliaire. Celle-ci se divise alors en deux cellules; la supérieure, plus volumineuse, renferme un gros noyau diploïde et sera l'origine du gonimoblaste. Cette cellule se divise, en effet, de nouveau; la cellule inférieure, ainsi fermée, constituant la cellule pied, et la supérieure (cellule-mère du gonimoblaste), donnant naissance successivement à trois cellules, qui, en se divisant ultérieurement, constituent chacune un gonimoblaste arrondi.

Les synapses unissant la cellule support, devenue cellule basale, avec la cellule axiale d'une part, et avec la cellule pied d'autre part, ainsi que le synapse unissant la cellule pied à la cellule-mère du gonimoblaste, sont relativement larges et renflés, mais il n'y a jamais de fusions cellulaires comme on en observe chez le *Crouania attenuata*. Bien qu'il existe généralement deux procarpes opposés, un seul est fécondé et se développe normalement; l'autre, avortant plus ou moins tôt. Dans certains cas, la cellule péricentrale stérile peut se cloisonner et constituer un filament court. Des deux cellules inférieures de l'axe fertile naissent des rameaux courts verticillés qui forment un involucre autour du gonimoblaste. L'extrémité de l'axe fertile s'allonge quelque peu après la fécondation, mais il reste toujours court et ne porte jamais de ramules.

Comme on le voit par cette description, le *Crouaniopsis annulata* diffère nettement du *Crouania attenuata* par la structure de ses procarpes, généralement opposés et situés sur de petits rameaux latéraux spéciaux, ainsi que par l'absence de fusion entre la cellule basale et la cellule axiale.

Le genre *Crouaniopsis* diffère en outre du genre *Crouania* par la structure de ses spermatanges à noyau apical et non médian, comme dans les *Crouania*. Enfin, le mode de division dans le tétrasporange du *Crouaniopsis annulata* est très régulièrement tétraédrique, alors qu'il est crucié chez le *Crouania attenuata*.

Le genre *Crouaniopsis* peut être considéré par la structure de son procarpe et le mode de développement de son gonimoblaste comme un type très primitif de Céramiacées. Sa morphologie végétative est au contraire plus complexe que celle des Céramiacées plus évoluées, mais l'analogie de cette structure avec celle de certains Rhodophycées inférieures (*Batrachospermum*) permet également de considérer cette structure comme primitive et d'admettre qu'il existe chez les Céramiacées une régression dans la complexité de l'appareil végétatif, parallèle à la complication progressive de l'appareil reproducteur sexué.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Stimulation mutuelle dans la germination des grains de pollen de* Nicotiana. Note de M. **Roberto Savelli** et Mlle **Carmela Caruso**, présentée par M. Marin Molliard.

En milieu artificiel ne germe pas toute espèce de pollen; mais il y en a beaucoup dont la germination réussit en solutions simplement sucrées, le tube y atteignant une longueur remarquable. Du moins dans ce cas on avait naguère toute raison de croire que le problème se posait en termes très simples : constitution chimique du sucre, concentration (d'où pression osmotique), pH et certaines conditions générales telles que température, afflux d'oxygène etc. Somme toute, étant donné d'une part une solution qu'on sait très bien adaptée au pollen d'une certaine espèce, par exemple, *Nicotiana rustica*, et d'autre part un grain de pollen bien vivant de cette espèce, on pourrait croire que si ce grain tombe dans la solution il est nécessairement contraint de germer et d'allonger son tube dans toute la mesure que font prévoir les facteurs ci-dessus esquissés. Il n'en est rien. Si dans la goutte nourricière tombe un seul grain de pollen, voire deux ou trois, la germination n'a pas lieu, ou, du moins, l'ébauche du tube arrête très vite sa croissance. Mais préparons des gouttes nourricières, toutes de même volume (1/60 cm^3 chacune) et répartissons 500 grains de pollen entre 50 de ces gouttes, de façon que chacune en contienne environ 10; la plupart de ces grains ne germent pas et ceux qui germent donnent des tubes de 5 μ en moyenne, et de 10 μ au maximum. Répartissons de même 500 grains de pollen entre 5 gouttes, soit 100 grains par goutte : dans ce cas presque tous les grains donnent un tube déjà long de 40-50 μ, maximum 250 μ. Et enfin, si nous rassemblons dans une seule goutte les 500 grains nous obtenons une longueur moyenne de 140 μ, maximum 600 μ. Il y a donc bien, pour ainsi dire, une action de masse, une stimulation mutuelle entre les composants de la collectivité pollinique en germination. Pour saisir une manifestation pure de cette action sans avoir à s'inquiéter d'épiphénomènes, tels que les altérations enzymatiques du milieu, il faudra s'adresser aux espèces (moins rares qu'on ne croit) dont le pollen est capable de germer dans l'eau pure : c'est le cas de *Nicotiana Tabacum*, du moins pour les variétés *macrophylla* et *fruticosa* que nous avons employées.

Relatons une de ces expériences, en eau bidistillée très pure (mais sur lame de verre), température 20°, mesure des longueurs des tubes après 24 heures : *a*. 50 gouttes pendantes ayant en moyenne 12 grains de pollen

chacune, longueur moyenne des tubes $16^{\mu},5$, maximum $82^{\mu},5$; *b.* 10 gouttes à 62 grains chacune, long. moy. $77^{\mu},5$, max. 198^{μ}; *c.* 10 gouttes à 300 grains, long. moy. 135^{μ}, max. 495^{μ}; *d.* 3 gouttes à 1100 grains, long. moy. 142^{μ}, max. 950^{μ}; *e.* une goutte à 5313 grains, long. moy. 198^{μ}, max. 1155^{μ}. L'allongement est d'autant plus fort que les grains sont plus rassemblés; et les courbes représentant les moyennes et les maxima des tubes polliniques en fonction du nombre de grains ont une allure presque parabolique.

Mais les tubes polliniques en eau bidistillée, quoique s'allongeant assez, ont par ailleurs quelque chose de pathologique. Voyons donc le même phénomène pour *N. Tab.* en solution saturée de lactose à 15°,5, mesure des longueurs atteintes après 24 heures : 50 gouttes à 15 grains (en moyenne) chacune; long. moy. $7^{\mu},5$, max. $82^{\mu},5$; 20 grains à 67^{g}, long. moy. $16^{\mu},5$, max. 297^{μ}; 10 grains à 235^{g}, long. moy. 61^{μ}, max. 528^{μ}; 1 grain à 2100^{g}, long. moy. 668^{μ}, max. 1072^{μ}. Il est curieux que, dans ce cas, les points relatifs aux moyennes se rangent apparemment sur une ligne droite (dont l'angle avec l'axe des abscisses donne en quelque sorte la mesure du phénomène), tandis que la courbe des maxima est encore presque parabolique. Ce lien entre l'allongement du tube pollinique et la densité des grains germants se retrouve en bien d'autres espèces.

On ne peut s'empêcher de rappeler ici les phénomènes allélocatalytiques de Robertson (d'ailleurs contestés ou interprétés de diverses façons), et, à certains points de vue, les recherches classiques de Wildiers sur les levures et le *bios*; mais on ne peut néanmoins pousser trop loin l'analogie, car dans ce cas il s'agit surtout de multiplication cellulaire, alors que dans nos expériences il s'agit d'un phénomène de croissance d'une cellule isolée. D'innombrables travaux ont établi la teneur élevée du pollen en auxine, et il est tout naturel de penser que celle-ci peut agir sur le fonctionnement du pollen lui-même : celui-ci fournit, peut-être, l'exemple le plus suggestif d'une croissance qu'on pourrait supposer contrôlée par l'auxine. Toutefois, cette idée, à elle seule, ne suffit pas pour nous représenter exactement la marche du phénomène, ni son mécanisme. Il vaut mieux, peut-être, l'analyser en dehors de toute idée préconçue. La relation entre l'allongement des tubes et leur nombre en espace confiné s'expliquerait le plus simplement par l'hypothèse de la libération d'une substance stimulante dont la concentration serait d'autant plus forte que le nombre des tubes est plus grand. Toutefois, pour admettre cette explication très simple, il faudrait qu'il s'agisse d'une substance très soluble et très diffusible dans l'eau; or

toutes nos expériences tendant à prouver la présence d'une telle substance n'ont pas été, jusqu'ici, assez probantes; et nous n'exclurions pas que le phénomène ne soit sous la dépendance d'un facteur physique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur l'action de diverses substances sur la croissance des cultures de tissus de Carotte.* Note [1] de M. **Roger Gautheret**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons déjà signalé qu'il est possible de suivre le développement de culture de tissus de Carotte au moyen de pesées [2]. Grâce à cette méthode, nous avons pu entreprendre une étude comparative de différents milieux de culture.

Les tissus expérimentés provenaient de notre souche de 22 mois repiquée sur le milieu dont nous avons précédemment indiqué la composition complète [3] (solution minérale gélosée, additionnée de 2 % de glucose, 0,001 % de cystéine, 0,000001 % d'acide indol-β-acétique et 0,0001 % d'aneurine).

Les cultures étudiées ont été choisies aussi semblables que possible, afin d'éviter des erreurs importantes. Cette sélection n'était cependant pas parfaite et, dans le but d'atténuer les différences individuelles, nous avons opéré les repiquages sur les nouveaux milieux d'une manière telle que les fragments provenant d'une même culture soient disposés sur des milieux tous différents. Nous avons utilisé 8 milieux différents, et 6 fragments de tissus ont été cultivés sur chacun d'eux.

Les fragments ont été pesés aseptiquement immédiatement après leur mise en culture, puis au bout de 44 jours. Les cultures ont alors été repiquées.

Dans chaque série de milieux, nous avons choisi les deux cultures les mieux développées. Celles-ci ont été découpées chacune en trois fragments qui ont été pesés, puis disposés dans le même milieu que celui où ils avaient été cultivés précédemment.

Ces nouvelles cultures ont été pesées de nouveau 66 jours plus tard. Les résultats de nos expériences sont résumés dans le tableau ci-contre. La

(1) Séance du 22 janvier 1940.

(2) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1340.

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 118.

partie gauche correspond au premier repiquage, la partie droite au second.

Nous nous proposions de poursuivre cette expérience pendant une année, mais les événements actuels nous ont obligé d'interrompre définitivement nos recherches. Les résultats obtenus n'ont donc pas la netteté qu'ils auraient présentée si les cultures avaient pu être suivies pendant 12 mois sur le même milieu.

	Poids frais moyen des cultures, en grammes (6 cultures ont été disposées sur chaque milieu)					
Milieu de culture.	après le 1er repiquage.	au bout de 44 jours.	rapport du P. final au P. initial.	après le 2e repiquage.	au bout de 66 jours.	rapport du P. final au P. initial.
I. Sol. minérale gélosée	0,088	0,298	3,4	0,105	0,215	2,0
II. Sol. I + 2 % glucose	0,086	0,749	8,47	0,125	0,811	6,5
III. Sol. II + 0,001 % de cystéine	0,135	0,980	7,4	0,195	1,671	8,6
IV. Sol. II + 0,000001 % d'acide indol-β-acétique	0,125	0,759	6,1	0,158	1,320	8,4
V. Sol. II + 0,0001 % d'aneurine	0,140	0,825	5,9	0,139	1,523	10,9
VI. Sol. II + 0,0005 % d'acide indol-acétique + 0,0025 % de cystéine	0,123	0,793	6,4	0,147	1,205	8,2
VII. Sol. III+0,000001 % d'acide indol-β-acétique +0,0001 % d'aneurine	0,095	0,825	8,7	0,152	1,580	10,4
VIII. Sol. VII additionnée par litre de l'extrait de 0g1 de levure sèche (*)	0,115	0,874	7,6	0,140	1,456	10,4

(*) L'extrait de levure était préparé selon la méthode de White.

L'examen de ce tableau permet de formuler les conclusions suivantes :

1° En absence de sucre la croissance bien que faible est loin d'être négligeable. Les cultures étant exposées à la lumière, leur accroissement paraît être lié à la photosynthèse qui s'opère au sein des tissus.

2° L'influence de substances excitantes ne devient appréciable qu'après le second repiquage. Ceci n'a rien d'étonnant puisque les cultures expérimentées provenaient d'une souche cultivée sur un milieu riche en substances excitantes; celles-ci ne s'épuisent vraisemblablement que peu à peu, et ce n'est qu'au bout de quelque temps que la privation d'éléments excitants devient sensible.

3° Le milieu VI (milieu Nobécourt) permet au bout de deux repiquages une croissance supérieure à celle observée en absence d'agents excitants, mais cependant inférieure à celle qui se manifeste sur des milieux contenant de l'aneurone (II, VII, VIII).

Les fragments cultivés sur ce milieu ont produit beaucoup de racines et ont subi un début de désorganisation.

4° Il n'a pas été possible de mettre en évidence l'influence de l'extrait de levures, à cause semble-t-il de la faible durée de nos cultures.

D'autres expériences plus prolongées, mais non quantitatives, nous ont montré que la levure favorise nettement la croissance des tissus de Carotte, surtout si le milieu ne renferme aucune substance excitante.

En résumé, bien que leur durée n'ait pas été suffisante, nos expériences montrent :

1° que les cultures de tissus peuvent être le siège de photosynthèse, mais que leur croissance est toujours faible en absence de sucre;

2° que l'addition de substances excitantes (aneurine, acide indol-β-acétique, cystéine) au milieu favorise la croissance.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Les vitamines A et E, agents excitants de la sécrétion de l'hormone glycogénotrope du lobe antérieur de l'hypophyse.* Note de M. **Léon Képinov**, présentée par M. Paul Portier.

La glycogénolyse adrénalinique ne se produit pas ou ne se produit que d'une manière insignifiante dans le foie des grenouilles à jeun depuis plusieurs mois, malgré la présence du glycogène dans le foie. Le traitement de ces grenouilles par la vitamine A, ainsi que nous l'avons montré dans une Note précédente [1], ramène à la normale la réaction glycogénolytique du foie à l'adrénaline. Comme cet effet de la vitamine A ne se manifeste que dans le foie des grenouilles dont le lobe antérieur de l'hypophyse est intact, et que, d'autre part, l'action glycogénolytique de l'adrénaline ne se produit dans le foie de grenouille qu'en présence de l'hormone glycogénotrope de l'antéhypophyse, nous en avons déduit que la vitamine A intervient dans le fonctionnement de cette glande.

Dans une nouvelle série d'expériences, dont les résultats font l'objet de cette Note, nous avons recherché si l'hormone glycogénotrope est présente : *a.* dans le liquide sortant du foie des grenouilles à jeun, perfusé avec du Locke-Tyrode additionné d'insuline; *b.* dans le liquide ayant aussi perfusé le foie de telles grenouilles, mais traitées par les vitamines A et E. Ces recherches sont basées sur la propriété de l'insuline de libérer le principe

(1) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 358.

glycogénotrope du système glycogénolytique hépatique; la substance glycogénotrope ainsi libérée, entraînée par le liquide de perfusion, quitte le foie avec le perfusat dans lequel on peut alors constater sa présence.

Pour cette épreuve nous avons adopté comme test le phénomène de la glycogénolyse provoquée par l'adrénaline dans un foie perfusé de grenouille, ce phénomène étant pris dans sa conception d'un système glycogénolytique hormonal tel que nous l'avons formulé précédemment (²). Cette méthode biologique permet de déceler d'une manière nette la présence de l'hormone glycogénotrope dans un liquide à explorer (³).

Nos recherches ont été conduites sur de grosses grenouilles hongroises ayant jeûné de mai à septembre; nous avons constitué trois lots de 6 grenouilles et un autre de 18. Les grenouilles du premier lot, n'ayant subi aucun traitement, ont servi de témoins; celles du deuxième lot ont été traitées par la vitamine A, celles du troisième par la vitamine E, suivant le procédé indiqué dans la Note précédente; le foie des 18 grenouilles du dernier lot, réfractaire par suite du jeûne à l'action glycogénolytique de l'adrénaline, nous a servi pour éprouver l'activité hormonale des liquides ayant perfusé le foie des grenouilles des trois premiers lots. Les perfusats à examiner sont obtenus par lavage du foie avec du Locke-Tyrode additionné d'insuline; ils sont centrifugés s'ils ne sont pas limpides, chauffés à 60-70° au bain-marie pendant 5 minutes, puis conservés à la glacière jusqu'au moment de leur emploi.

L'examen du perfusat s'opère de la façon suivante : nous irriguons avec du Locke-Tyrode pur le foie-test d'une grenouille à jeun préparée pour cette épreuve, et nous vérifions tout d'abord s'il est effectivement réfractaire à l'adrénaline en effectuant une injection de cette substance. Nous remplaçons ensuite le Locke-Tyrode par le perfusat obtenu le matin, et après 20 minutes de perfusion du foie-test avec ce nouveau liquide, nous renouvelons l'injection de l'adrénaline. Nous dosons le glucose par la méthode Folin et Wu dans les échantillons recueillis avant et après chacune des injections d'adrénaline.

Les résultats de ces recherches montrent que : 1° Dans aucune de nos expériences, la première injection d'adrénaline, faite dans le foie-test au cours de la perfusion avec le Locke-Tyrode, ne provoque de glycogénolyse significative. Le foie de grenouille à jeun depuis plusieurs mois s'avère donc bien incapable de réagir à cette substance par une glycogénolyse; 2° La deuxième injection d'adrénaline, effectuée au cours du lavage du

---

(²) *Arch. Intern. Physiol.*, 46, 1938, p. 265.

(³) Nous donnerons ultérieurement une description détaillée de cette méthode.

foie-test avec le perfusat provenant du foie des grenouilles témoins, ne détermine pas non plus d'effet glycogénolytique. Il s'ensuit que ce perfusat n'est pas doué de la propriété de rétablir l'effet glycogénolytique de l'adrénaline dans le foie-test. En rapprochant ce résultat de ceux de nos expériences précédentes, nous concluons que ce fait établit l'absence de l'hormone glycogénotrope dans le perfusat examiné, et, par suite, dans le foie même des grenouilles témoins à jeun; 3° Par contre, lorsque le foie-test est irrigué par le perfusat provenant du foie des grenouilles traitées par les vitamines A et E, l'injection de l'adrénaline provoque une forte glycogénolyse dont le taux est du même ordre de grandeur que celui que nous constatons habituellement au cours de la perfusion du foie des grenouilles normalement alimentées. Ce perfusat se montre ainsi apte à rétablir la glycogénolyse adrénalinique dans un foie-test. Il résulte de ce fait que l'hormone glycogénotrope de l'antéhypophyse est présente dans le perfusat du foie des grenouilles laissées à jeun pendant plusieurs mois, puis traitées par les vitamines A et E.

Conclusions. — La sécrétion de l'hormone glycogénotrope de l'antéhypophyse ne se produit plus chez les grenouilles en captivité depuis plusieurs mois et maintenues à jeun, ce qui montre que cette glande est en état d'inactivité. L'absence de l'hormone glycogénotrope explique le fait que le foie des grenouilles, à jeun depuis longtemps, est réfractaire à l'action glycogénolytique de l'adrénaline.

Le traitement par les vitamines A et E des grenouilles non alimentées depuis plusieurs mois provoque la réapparition de l'hormone glycogénotrope dans le foie de ces animaux.

A la lumière de ces acquisitions les vitamines A et E apparaissent donc comme des agents excitant la sécrétion du lobe antérieur de l'hypophyse.

La séance est levée à 15h45m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 11 décembre 1939.)

Note de M. *Camille Arambourg*, Sur des Poissons fossiles de Perse :

Page 898, ligne 15, *au lieu de* J'ai indiqué dans un Ouvrage mentionné plus loin, *lire* J'ai indiqué ailleurs (*C. R. S. de la Société géologique de France*, 1939, n° 14, p. 208-210).

(Séance du 27 décembre 1939.)

Note de MM. *Henry Gault*, *Léon Palfray* et *Pao Ting Hsu*, Sur la pyrolyse des alcools gras supérieurs :

Page 999, *au lieu de* Louis Palfray, *lire* Léon Palfray.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE DÉCEMBRE 1939.

Index biographique des Membres, des Associés et des Correspondants de l'Académie de médecine, de décembre 1820 *à juillet* 1939. Paris, Masson et Cie, 1939; 1 vol. 25cm.

Elementi per una teoria matematica del contagio, par MARCELLO PUMA. Roma, Editoriale aeronautica, 1939-XVII; 1 vol. 19cm.

Calendrier perpétuel permettant de trouver, sans aucun calcul, le jour d'une date quelconque, par CHARLES BELLET. Paris, G. Doin et Cie, 1939; 1 fasc. 23cm,5.

Quelques confirmations expérimentales de la théorie des phénomènes déformants, par C. BUDEANU, in *Academia Romana Memoriile sectiunii stiintifice. Seria* III. *Tomul* XIV, *Mem.* 13. Bucarest, Imprimerie nationale, 1939; 1 fasc. 24cm,5.

Notes de pétrographie, par J. DURAND, in *Publications du Bureau d'études géologiques et minières coloniales,* n° 14. Paris, 1939; 1 vol. 25cm,5.

Polychètes sédentaires de l'expédition du « Siboga ». Maldanidae, Cirratulidae, Capitellidae, Sabellidae et Serpulidae, par FÉLIX MESNIL et PIERRE FAUVEL. Leiden, E.-J. Brill, 1939; 1 fasc. 33cm,5.

Académie des sciences de l'Institut de France. *Inventaire des Périodiques scientifiques des Bibliothèques de Paris,* dressé, sous la direction de M. ALFRED LACROIX, par LÉON BULTINGAIRE. Fascicule VI. Supplément II. Paris, Masson et Cie, 1939; 1 vol. 22cm,5.

Description géométrique détaillée des Alpes françaises, par PAUL HELBRONNER. *Tables générales de quatorze éléments* (Douze tomes et deux albums annexes). Extrait du Tome VII. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 32cm.

Research-A National Resource. I. *Relation of the Federal government to Research.* Washington, National Resources Committee, 1938; 1 vol. 29cm.

L'anoxémie. Ses effets. Son traitement. L'oxygénothérapie, par LÉON BINET, MADELEINE BOCHET et M.-V. STRUMZA. Paris, Masson et Cie, 1939; 1 vol. 25cm,5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

LITHOLOGIE. — *Les roches dépourvues de feldspath du cortège des sakénites (Madagascar); composition chimique de cet ensemble.* Note (¹) de M. **Alfred Lacroix**.

Les roches que j'ai décrites sous le nom de sakénites (²) sont constituées par un feldspath calcique et des minéraux très alumineux et très magnésiens, associés ou non au corindon. Elles sont localement accompagnées de types lithologiques dépourvus de feldspath, formés de pyroxène ou d'amphibole et renfermant un ou plusieurs de ces minéraux alumineux et magnésiens. Ce sont ces types exceptionnels qui font l'un des objets de la présente Note.

Les *saphirinites* sont constituées uniquement par de la saphirine, quand elles ne renferment pas, en outre, une petite quantité de spinelle. Parfois, ces roches, à grain moyen, ne sont que des accidents minéralogiques de la sakénite, mais il n'en est pas toujours ainsi, notamment pour le produit d'altération d'une de ces saphirinites qui semble bien former à elle seule des bancs importants, rencontrés depuis le sud de Sakeny jusqu'au delà du Zomandao. C'est une roche tendre, blanche ou légèrement teintée de bleu verdâtre, lorsqu'elle renferme encore de la saphirine intacte; douce au toucher, tantôt compacte, tantôt à structure granuleuse, elle se montre au microscope essentiellement constituée par un minéral secondaire rappelant

---

(¹) Séance du 29 janvier 1940.

(²) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 609.

quelque peu celui des serpentines; il consiste en lamelles à extinction onduleuse, ou en une sorte de ruban à allongement négatif, mais de signe optique positif; ce minéral remplit les cassures des portions de saphirine encore intactes, à la façon de l'antigorite dans le péridot en voie de serpentinisation. L'étude des indices de réfraction semble indiquer que cette matière n'est pas homogène; suivant les plages, l'indice médian oscille de 1,60 à 1,645. Elle est donc accompagnée, au moins, d'un autre minéral de composition voisine; toutes les tentatives faites pour obtenir une séparation, à l'aide de liqueurs denses, sont restées sans résultat, probablement à cause de la petitesse des éléments constitutifs. Quoiqu'il en soit, il s'agit là d'un ou plusieurs silico-aluminates de magnésie dont la composition chimique est représentée par les analyses 2 et 3 (M. Raoult), données en comparaison avec celle (analyse 1) de la saphirine du même gisement. La densité de la roche oscille entre 2,765 et 2,771.

	1.	2.	3.
SiO^2	13,84	15,78	15,92
Al^2O^3	62,09	51,42	46,55
B^2O^3	0,16	»	»
Fe^2O^3	2,06	0,06	1,33
FeO	1,40	1,23	1,55
MgO	19,54	17,49	20,22
CaO	»	0,12	»
$Na^2O + K^2O$	»	»	0,34
H^2O +	1,20	13,72	14,02
H^2O −	0,34	0,39	0,37
P^2O^5	»	0,11	»
MnO	»	0,07	0,06
	100,63	100,39	100,36

Plusieurs variétés de *spinellite* sont associées à la sakénite; elles renferment des portions presque uniquement formées par un spinelle bleuâtre ou plus rarement d'un vert foncé, mais incolore en lames minces; il est parfois associé à quelques lamelles de phlogopite. Des spinellites analogues, sinon identiques, se rencontrent aussi dans des lentilles calcaires intercalées au milieu des schistes cristallins de la même région; je n'insiste pas davantage, faute de précision, sur le mode de gisement exact de certains des échantillons étudiés.

Des *pyroxénites à spinelle et saphirine* sont formées par un pyroxène gris ou verdâtre, à structure granoblastique, enveloppant les deux minéraux

très alumineux. Un seul échantillon a présenté des plages de scapolite englobant pœcilitiquement ces derniers.

Enfin, une *amphibolite à saphirine* est à plus gros grain que toutes les roches précédentes; elle est essentiellement constituée par une amphibole d'un blanc verdâtre, riche en alumine et assez sodique qui appartient à la variété *edénite*; elle englobe pœcilitiquement de gros grains et de petites baguettes de saphirine.

Je réunis dans le tableau suivant des analyses (faites par M. Raoult) de quelques-uns des types les plus caractéristiques étudiés dans la Note précédente et de ceux dont il vient d'être question.

1. Sakénite presque hololeucocrate.
2. » à spinelle.
3. » à saphirine.
4. » à spinelle et corindon.
5. Corindonite anorthitique.
6. Sakénite à saphirine et pyroxène.
7. Plagioclasite à edénite.
8. Amphibolite à saphirine.
9. Pyroxénite à spinelle et saphirine.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
SiO^2.....	44,30	37,68	36,12	24,72	12,28	36,56	44,08	39,24	45,16
Al^2O^3....	31,22	38,72	40,51	47,38	73,60	32,82	24,74	23,15	10,55
Fe^2O^3 ...	0,88	0,71	0,21	2,96	1,89	1,67	1,82	1,13	2,23
FeO.....	0,90	1,07	1,23	1,09	0,79	0,94	1,01	1,58	1,99
MnO	0,03	0,06	0,06	0,04	0,03	»	tr.	0,04	0,06
MgO	1,64	1,85	4,07	6,30	1,87	11,68	9,03	18,92	18,03
CaO.....	18,88	16,34	14,20	9,04	3,92	10,72	16,42	11,86	19,60
Na^2O....	0,33	0,33	0,49	0,60	0,44	1,32	1,18	1,72	0,51
K^2O.....	0,68	1,22	0,92	0,88	1,22	1,13	0,92	0,82	0,92
TiO^2....	tr.	»	»	0,19	tr.	»	»	»	0,17
P^2O^5....	0,07	0,05	0,29	0,10	0,30	»	»	0,11	»
H^2O^+....	0,55	1,78	1,40	6,53	3,89	2,35	0,80	1,39	0,85
H^2O.....	0,14	0,33	0,30	0,18	0,13	0,26	0,17	0,08	0,19
MnO	0,59	»	»	0,36	tr.	»	»	»	»
	100,21	100,14	99,80	100,37	100,36	99,99	100,17	100,04	100,26

L'ensemble de ces analyses ([3]) met en évidence les caractéristiques

([3]) Des traces de B^2O^2 n'ont pas été dosées.

chimiques des sakénites et de leurs satellites qui les rangent à part de tous les types connus jusqu'ici dans la famille des plagioclasites et des pyroxénites : pauvreté en silice, en fer, en alcalis, absence complète du titane, faiblesse en phosphore; par contre, on constate la richesse en alumine et en chaux, la magnésie croissant rapidement avec la teneur en barylites qui, pour la plupart, sont exclusivement magnésiens, à l'exception du pyroxène et de l'amphibole. Une telle composition chimique correspond à celle de marnes magnésiennes riches en argile; il n'apparaît aucune trace d'apports extérieurs.

On peut suivre aisément le retentissement de cette composition chimique sur la composition minéralogique. La haute teneur en alumine et en chaux entraîne la production d'anorthite, à l'exclusion de grenat; la pauvreté en silice, associée à la richesse en alumine et à la présence de magnésie, a permis la production de la saphirine et du spinelle, ainsi que du corindon, quand la proportion de magnésie s'abaisse et que celle en alumine augmente. La faible teneur en fer fait comprendre pourquoi tout ce groupe de roches est de couleur blanche ou légèrement teintée de bleu ou de vert, et pourquoi spinelle et saphirine appartiennent à des variétés extrêmement pâles, la biréfringence de la saphirine étant très faible. La teneur en potasse est due à l'existence de quelques paillettes de phlogopite : la proportion plus grande en soude, dans l'amphibolite, entraîne comme conséquence la richesse relative de l'édénite en cet alcali.

L'ensemble de ces caractères donne aux sakénites et à leurs satellites un cachet qui, à tous égards, les distingue nettement des nombreux autres types de plagioclasites et de pyroxénites très calciques qui abondent parmi les paragneiss de la Grande-Ile.

PHYLOGÉNIE. — *Essai d'arbre généalogique du règne animal.* Note [1] de M. Lucien Cuénot.

L'expression traditionnelle d'arbre généalogique, *the tree of life*, suggère la représentation pittoresque d'un tronc portant de nombreuses branches ramifiées et des feuilles vivantes, qui ne répond pas très bien à la réalité; en effet, elle paraît indiquer une différence de structure, qui ne saurait exister, entre tronc, rameaux et feuilles. La succession des êtres est

[1] Séance du 29 janvier 1940.

incontestablement une suite d'espèces, dont chacune a une durée de vie plus ou moins longue, ne dépassant pas un ou plusieurs étages géologiques (c'est pour cela qu'il y a des fossiles caractéristiques); il y a donc un nombre énorme d'espèces disparues, et celles que nous connaissons à l'état fossile ne sont assurément, même pour les formes dont la conservation est la plus facile, qu'une très minime partie de celles qui ont existé. Pour aider la mémoire, nous groupons les espèces en catégories étagées, dont chacune marque ou devrait marquer un point de bifurcation évolutive : genre, tribu, famille, ordre, classe et finalement clade ([2]). Bien des types de structure ou clades ont également disparu et nous ne les connaîtrons jamais, pour des raisons que j'ai données dans une Note antérieure; seulement une trentaine d'entre eux ont persisté jusqu'à l'époque actuelle, et depuis le début du paléozoïque, c'est un fait qu'il ne s'en est pas formé de nouveaux.

Si l'on voulait reprendre la comparaison traditionnelle, on pourrait figurer un buisson à très nombreuses branches ramifiées; la majeure partie de celles-ci et les axes sur lesquels elles ont bourgeonné sont morts définitivement; la base des trente clades actuels est également morte depuis longtemps; il n'y a plus de vivant que leurs extrémités buissonnantes; c'est là que l'évolution se continue, par naissance d'espèces nouvelles et extinction des anciennes, les premières restant toujours dans le cadre structural du clade auquel elles appartiennent.

Les renseignements que fournissent la zoologie et la paléontologie ([3]) nous permettent d'avoir une idée de la succession des clades dans le temps et de leurs rapports de parenté. On est ainsi amené à concevoir un axe en forme d'Y sur lequel s'insèrent les clades actuels, séparés par des intervalles plus ou moins grands qui représentent symboliquement le degré d'affinité des types de structure successifs. La base prend naissance dans cette région indécise où la distinction entre le vivant et l'inerte est difficile, depuis la découverte des ultravirus cristallisables. Sur le pied de l'Y nous placerons d'abord un ensemble d'êtres inférieurs, microbes et Protistes, d'où se détachent les branches végétales, Champignons et végétaux verts, que nous ne suivrons pas; des Protistes sortent aussi des formes franchement animales constituant le grand clade des Protozoaires. Un événement biologique capital, l'association cellulaire, donne naissance aux premiers

---

([2]) Voir, pour explication de ce mot, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 23.
([3]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 736.

Métazoaires sans système nerveux distinct, les Spongiaires, qui ont conservé maints caractères de colonie de Protozoaires; plus tard une seconde révolution organique produit les animaux à système nerveux et à cavité cœlentérique, formant les deux clades des Cnidaires et des Cténophores.

La bifurcation de l'Y est marquée par un troisième événement : la transformation de l'état cœlentérique en un état nouveau cœlomate, où il y a formation d'un intestin autonome avec bouche, séparé des autres cavités du corps et notamment de la cavité des gonades. Sur l'une des branches de l'Y, nous placerons d'abord le grand clade des Échinodermes, à système nerveux encore dispersé, qui, par leur tendance à transformer leur symétrie bilatérale originelle en symétrie rayonnée, ont gardé un trait caractéristique des clades précédents; puis viennent, séparés par de longs intervalles, les petits clades des Balanoglosses et des Ptérobranches; ensuite, s'échelonnent les Tuniciers ou Urochordés, l'Amphioxus ou Céphalochordés, et enfin l'immense clade des Vertébrés, le plus récent de tous.

L'autre branche de l'Y, tout à fait indépendante de la précédente, est beaucoup plus riche en types de structure : elle porte de bas en haut les clades Platodes, Dicyémides-Orthonectides, Némertes, Acanthocéphales, Nématodes-Gastérotriches, Échinodères-Gordiacés, Rotifères, Endoproctes, Ectoproctes, Brachiopodes, Chétognathes, Phoronidiens, Sipunculiens, Échiuriens, Priapuliens, Mollusques, Annélides, Tardigrades, Linguatulides, Onychophores, Arthropodes. La position de certains de ces groupes dans la série ci-dessus n'est pas tout à fait satisfaisante, et sans doute des changements s'imposeront dans l'avenir.

On a souvent tenté d'établir des coupures plus ou moins artificielles dans cette longue série évolutive : Vers, Vermidiens, Trochophoriens, Prosopygiens, Molluscoïdes, Annelés etc.; elles me paraissent assez inutiles, vu l'imprécision de leur définition. Par contre, il serait commode de trouver des termes généraux pour désigner les deux branches de l'Y; les mots d'Hyponeuriens et d'Épineuriens, employés par Lameere, conviendraient bien; ils font allusion à la position sous-intestinale ou sus-intestinale d'une partie importante du système nerveux chez les clades supérieurs de chaque branche; mais ce serait à la condition de faire rentrer dans les Épineuriens les Échinodermes et les Balanoglosses, que Lameere classe dans ses Hyponeuriens.

Les deux voies distinctes sur lesquelles se déroule l'évolution des Cœlomates présentent une symétrie intéressante; elles se terminent l'une

et l'autre par des groupes, Vertébrés et Arthropodes supérieurs, complètement adaptés à la respiration aérienne; ce ne sont plus cette fois les timides essais des Gastéropodes Pulmonés, des Isopodes et des Onychophores, mal affranchis de l'humide; la pleine possession de la surface de la terre et du domaine de l'air est réalisée; d'un côté il y a un exosquelette chitineux hérité des ancêtres marins, à la fois cuirasse défensive, squelette d'insertion musculaire et protection contre la dessiccation; de l'autre des phanères, écailles, poils ou plumes, cuirasse légère et, chez les homéothermes terminaux, protection contre la perte de calories. A l'extrémité des lignées, comme l'a fait ressortir Bergson, nous trouvons l'intelligence et l'instinct sous leurs formes à peu près pures, solutions divergentes mais également élégantes du problème de l'activité psychique. Il y a encore parallélisme dans l'évolution d'un appareil excréteur, débutant chez l'Amphioxus par des protonéphridies à solénocytes, se continuant par des néphrons à entonnoir vibratile ouvert dans le cœlome de divers Poissons, Urodèles et Anoures et se terminant à partir des Reptiles par des néphrons fermés. Sur la branche hyponeurienne de l'Y on retrouve la même séquence : protonéphridies à solénocytes débutant chez les Platodes, néphridies à entonnoir vibratile jusque chez les Péripates, et enfin métanéphridies closes des Arthropodes.

L'arbre généalogique que j'ai décrit succinctement dans cette Note correspond aux idées que je me suis faites au cours d'un enseignement de la zoologie pendant près d'un demi-siècle; il ne s'éloigne pas beaucoup de celui que publia récemment A. Heintz, paléontologiste d'Oslo (¹), bien qu'il s'appuie, lors de la furcation des Cœlomates, sur des considérations tout à fait différentes des miennes. La ressemblance est encore notable avec l'arbre figuré par H. G. Wells, J. Huxley et G. P. Wells dans *Science of life* (1931), reproduit par Hurst (*The mechanism of creative evolution*, 1933), et aussi avec la *Phylogenie der Tiere* de Naef (1931). Par contre, il y a d'autres conceptions de descendance, par exemple celle de Lameere (*Précis de Zoologie*, en cours de publication), qui, au moins dans certaines parties, diffèrent considérablement des précédentes. L'accord n'est certes pas réalisé parmi les zoologistes; c'est pourquoi il m'a paru utile de concrétiser une opinion et les principes directeurs dans cet essai d'arbre généalogique.

(¹) *Die Naturwissenschaften*, 27, 1939, p. 223.

M. D. **Riabouchinsky** fait hommage à l'Académie de son *Introduction à l'étude des groupes motopropulseurs mettant en jeu les vitesses supersoniques*.

NOMINATIONS.

MM. G. **Perrier** et C. **Gutton** sont désignés pour représenter l'Académie à la *Cérémonie annuelle* en mémoire du Général Ferrié, le 16 février 1940.

CORRESPONDANCE.

M. le **Recteur de l'Université de Paris** invite l'Académie à désigner un de ses Membres qui fera partie du *Conseil d'administration du Palais de la Découverte*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° C. Toumanoff. *Les Ennemis des Abeilles*.

2° Maurice Rey. *Équilibres chimiques et Métallurgie. La réduction des oxydes. Données thermochimiques et thermodynamiques* (présenté par M. L. Guillet).

3° G. Ribaud. *Les hautes températures* (présenté par M. É. Borel).

ARITHMÉTIQUE. — *Groupe exceptionnel d'une classe de cubiques*. Note de M. **François Châtelet**, présentée par M. Gaston Julia.

J'ai étudié (¹) les points exceptionnels d'une cubique de Weierstrass dont les coefficients sont des *entiers* d'un corps algébrique fini k.

J'ai pu étudier de même le groupe exceptionnel d'une *classe* de cubiques par rapport à k. De cette étude résulte, notamment, un procédé pour déterminer les points exceptionnels, dans k, d'une cubique dont les coefficients ne sont plus nécessairement entiers.

(¹) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 90.

1. Si deux cubiques de Weierstrass C_1 et C_2 (à coefficients quelconques dans k) appartiennent à une même classe (Γ) par rapport à k [2], il existe au moins une homologie H, à coefficients dans k, qui transforme C_1 en C_2; cette homologie définit un isomorphisme holoédrique entre les groupes de points dans k, de C_1 et C_2. On peut donc appeler *groupe exceptionnel d'une classe par rapport à k*, le groupe exceptionnel commun (à des isomorphismes holoédriques près) à toutes les cubiques de la classe.

Or dans toute classe (par rapport à k) existent des cubiques de Weierstrass *à coefficients entiers*, et l'on sait obtenir une telle cubique C_0 appartenant à une classe donnée (Γ). La méthode de ma Note précédente permet d'obtenir les points exceptionnels de C_0 dans k et leur groupe, donc aussi le groupe exceptionnel de la classe (Γ). De plus, si C_i est une autre cubique de la classe (Γ), on sait déterminer une homologie H, à coefficients dans k, qui transforme C_0 en C_i et qui permet donc de déduire les points exceptionnels dans k de C_i de ceux de C_0 :

On a ainsi *une méthode pour déterminer, dans un corps k, la constitution du groupe exceptionnel d'une classe donnée et les points exceptionnels d'une cubique de Weierstrass donnée.*

2. Si deux cubiques de Weierstrass C_1 et C_2, à coefficients dans k, ont même module, il existe une extension finie k' de k, telle que C_1 et C_2 appartiennent à la même classe par rapport à k'. Cette remarque m'a conduit à étudier la façon dont s'applique la méthode précédente aux différentes classes (Γ) (par rapport à k) ayant un module donné M. J'ai ainsi montré que les groupes exceptionnels de toutes ces classes (classes qui sont en nombre infini) font partie (à des isomorphismes holoédriques près) d'un ensemble fini. L'on peut (à l'aide d'un nombre fini d'opérations sur des nombres entiers) obtenir cet ensemble de groupes et, pour chacun de ces groupes, déterminer la famille des classes (Γ) (de module M) qui l'admettent pour groupe exceptionnel.

En particulier, si M n'est ni harmonique, ni équiharmonique, *les classes* (Γ) *ont toutes même groupe exceptionnel,* engendré par 0, 1 ou 2 termes indépendants d'ordre 2, *sauf peut-être un nombre fini d'entre elles.*

3. Voici quelques exemples d'application de ces résultats.

Les cubiques ayant même module que la cubique

$$y^2 = x^3 - x - 1,$$

n'ont de point exceptionnel dans aucun corps du second degré.

---

[2] Sur la définition d'une classe, d'après H. Poincaré, voir par exemple ma Note des *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1532.

Pour qu'une cubique, qui a même module que la cubique C_1

$$y^2 = x^3 - 9x + 9,$$

ait des points exceptionnels dans R (corps des nombres rationnels), il faut qu'elle soit dans la même classe que C_1 (par rapport à R); le groupe exceptionnel (dans R) de C_1 est cyclique et d'ordre 3, il peut être engendré par le point (3, 3)

Le groupe exceptionnel, dans R, d'une cubique, qui a même module que la cubique C_2

$$y^2 = x^3 - 2x + 1,$$

est cyclique et d'ordre 2, sauf si cette cubique appartient à la classe de C_2 (par rapport à R) ou à la classe de C'_2

$$y^2 = x^3 - 50x + 125.$$

Les groupes exceptionnels de C_2 et de C'_2 (dans R) sont cycliques et d'ordre 4; celui de C_2 peut être engendré par le point (0, 1); celui de C'_2 peut être engendré par le point (10, 25).

J'ai encore retrouvé les points exceptionnels dans R des cubiques harmoniques et équiharmoniques, que Fueter et Nagell [3] ont obtenus par d'autres voies; j'ai obtenu, en outre, les points exceptionnels dans un corps du second degré de ces cubiques.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Nouvelles classes de lois limites.* Note de M. **Michel Loève**, présentée par M. Émile Borel.

1. Une suite de lois $\mathcal{L}_n$ est convergente si $\mathcal{L}_n \to \mathcal{L}$ pour $n \to \infty$, $\mathcal{L}$ étant une loi proprement dite. Nous supposerons que $\mathcal{L}$ n'est pas dégénéré, c'est-à-dire correspond à plus d'une valeur possible.

$\mathcal{L}$ est divisible par $\mathcal{L}'$ (au sens de Paul Lévy) s'il existe une loi $\mathcal{L}''$ telle que les fonctions de distribution respectives $F(x)$, $F'(x)$, $F''(x)$ soient liées par

$$F(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} F'(x-\xi)\, dF''(\xi).$$

Lemme. — Les lois limites de deux suites convergentes $\{\mathcal{L}_n\}$ et $\{\mathcal{L}'_n\}$,

(3) R. Fueter, *Comm. math. Helv.*, 2, 1930, p. 69-89; T. Nagell, *Vid. Akad. Skrifter Oslo*, 1, 1935, p. 1-25.

telles que $\mathcal{L}_n$ soit divisible par $\mathcal{L}'_n$ pour tout n, sont divisibles l'une par l'autre.

2. *Lois limites de sommes.* — Soit une série de variables aléatoires (v. a.) indépendantes

$$X_1 + X_2 + \ldots + X_n + \ldots. \tag{1}$$

Désignons par $S_1, S_2, \ldots, S_n$ les sommes successives et par $a_1, a_2, \ldots, a_n, \ldots$ une suite de constantes positives.

Si, au moins pour une suite de valeurs de n indéfiniment croissantes, $a_n/a_{n+1} \to \alpha\,(0 < \alpha < 1)$, *et si, pour les mêmes valeurs de n, la suite des lois des* S_n/a_n *converge vers* $\mathcal{L}$ *à fonction de distribution (f. de d.)* $F(x)$, *celle-ci est divisible par la loi* $\mathcal{L}^{(\alpha)}$ *à f. de d.* $F(x/\alpha)$.

Inversement, *toute loi* $\mathcal{L}$ *divisible par* $\mathcal{L}^{(\alpha)}$ *est une loi limite de sommes d'aléatoires indépendantes, avec* $\lim a_n/a_{n+1} = \alpha$.

Le problème des *lois limites de classe* L, résolu par M. Paul Lévy [1], supposait essentiellement que, pour n assez grand, tous les termes de s_n étaient négligeables devant cette somme, et l'extension naturelle de ses résultats, qui précède, conduit à la notion de nouvelles classes de lois : *Une classe* L_α *est l'ensemble des lois* $\mathcal{L}$ *divisibles par* $\mathcal{L}^{(\alpha)}$.

3. *Classes* L_α. — Si une loi $\mathcal{L}$ du type T est divisible par $\mathcal{L}' \varepsilon T'$, à chaque loi de T on peut faire correspondre une loi de T' qui la divise. Nous dirons que le type T est divisible par le type T' (si $T = T'$, $\mathcal{L} \neq \mathcal{L}'$, il y a divisibilité non triviale). *Tout type d'une classe* L_α *est divisible par lui-même d'une manière non triviale, et réciproquement.*

On a $L_\alpha \subset L_{\alpha^2} \subset \ldots \subset L_{\alpha^n} \subset \ldots$ et, d'une manière générale, *si* $\log\alpha/\log\beta$ *est rationnel,* L_α *et* L_β *font partie d'une même classe.*

M. Paul Lévy nous a fait remarquer que, si $T \neq T'$, T divisible par T' et T' divisible par T, T et T' appartiennent à une même classe L_α.

Désignons par $\xi_0, \xi_1, \ldots, \xi_n, \ldots$ des v. a. indépendantes et équiprobables.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'une loi $\mathcal{L}$ *soit de la classe* L_α *est qu'elle soit loi d'une série de la forme*

$$\xi_0 + \alpha\xi_1 + \alpha^2\xi_2 + \ldots + \alpha^n\xi^n + \ldots. \tag{2}$$

Les v. a. ξ représentatives de $\mathcal{L}$ sont distribuées suivant $\mathcal{L}/\mathcal{L}^{(\alpha)}$; le produit des lois de la classe L_α est encore une loi de cette classe et, inversement, si la loi des ξ d'une $\mathcal{L} \varepsilon L_\alpha$ est décomposable, $\mathcal{L}$ est décomposable en autant d'éléments de cette classe.

---

(1) *Théorie de l'addition des variables aléatoires*, Chap. VII, § 55.

4. *Éléments indéfiniment divisibles* (*i. d.*). — Revenons à la série (1). La loi dont dépend X_n/a_n tend vers une loi limite lorsque la suite des S_n/a_n est convergente et c'est précisément la loi des ξ correspondants. Si $a_n \to \infty$ et $\alpha = 1$, cette loi est dégénérée; comme on peut dans ce cas extraire de la suite des a_n des suites partielles $\{a_{n_k}\}$ telles que $a_{n_k}/a_{n_{k+1}} \to \alpha < 1$ *quelconque*, on peut considérer L comme la classe dégénérée des classes L_α, en ce sens que L *appartient à toutes les* L_α *et qu'inversement une loi appartenant à toutes les* L_α *est élément de* L.

Tout élément de L est évidemment i. d. D'une manière générale, si la loi limite de X_n/a_n est i. d., il en est de même de la loi $\mathcal{L} \varepsilon L_\alpha$ correspondante. Soit alors $\mathcal{N}(u)$: $\mathcal{N}^-(u)$ pour $u < 0$, $\mathcal{N}^+(u)$ pour $u > 0$, sa fonction de loi i. d. de Paul Lévy. (C_i) $(i = 1, 2, \ldots)$ étant les courbes représentatives des fonctions $\mathcal{N}_i(v)$, où $v = \log|u|$, égales respectivement à $\mathcal{N}^-(u)$ et $-\mathcal{N}^+(u)$:

Pour que $\mathcal{L}$ *i. d. soit* εL_α, *il faut et il suffit que les* $\mathcal{N}_i(v)$ *soient convexes « à l'échelle* $|\beta| = |\log \alpha|$ *de l'axe des abscisses* », c'est-à-dire que toute ligne polygonale inscrite dans (C_i) et dont les côtés ont pour projections $|\beta|$ sur l'axe des v soit convexe.

Si L_α dégénère en L, on retrouve la convexité des $\mathcal{N}_i(v)$.

Remarque. — Soit une suite de types de sommes de v. a. indépendantes ayant deux éléments d'accumulation non dégénérés

$$\text{Loi}\left\{\frac{S_{n_k}}{a_k}\right\} \to \mathcal{L}, \qquad \text{Loi}\left\{\frac{S_{n'_k}}{a'_k}\right\} \to \mathcal{L}'.$$

Si $n_k > n'_k$ et $a_k \leqq c a'_k$, $T(\alpha)$ est divisible par $T(\alpha')$. Si de plus il s'agit de lois i. d., α existe tel que $\Delta\mathcal{N}(\alpha_u) \geqq \Delta\mathcal{N}'(u)$ dans tout intervalle de u ne comprenant pas l'origine.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les valeurs exceptionnelles des fonctions entières et méromorphes d'ordre fini.* Note de M. **Jean Anastassiadis**, présentée par M. Paul Montel.

Le théorème de M. Picard donne une limite supérieure du nombre des valeurs exceptionnelles d'une fonction entière ou méromorphe; on a cherché ensuite à déterminer ces valeurs elles-mêmes, lorsqu'elles existent.

M. Calugareano [1] a démontré que les valeurs exceptionnelles d'une

---

[1] *Bull. Sc. math.*, 2e série, 54, 1930, p. 17-32.

fonction entière ou méromorphe de genre fini sont des racines d'une équation de degré égal au genre de la fonction. M. Ghermanescu ([2]) a poussé plus loin cette étude.

Je me propose, en suivant une direction indiquée par M. Paul Montel, de compléter la détermination des valeurs exceptionnelles d'une fonction entière ou méromorphe de genre fini. Voici les principaux résultats :

Si une fonction entière d'ordre p

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} c_n z^n$$

a une valeur exceptionnelle, ce nombre est une fonction rationnelle des $2p+1$ *premiers coefficients du développement de Taylor de la fonction.*

Réciproquement, si on donne le développement d'une fonction entière $f(z)$, on peut vérifier si la fonction a une valeur exceptionnelle et, dans l'affirmative, la calculer. Dans ce cas, la fonction se met sous la forme

$$a + (c_0 - a)\, e^{\int_0^z P(z)\,dz},$$

où les coefficients du polynome $P(z)$ et la valeur exceptionnelle a sont des fonctions rationnelles des coefficients du développement de $f(z)$.

On peut énoncer aussi le théorème suivant :

Soient deux fonctions entières d'ordre p admettant chacune une valeur exceptionnelle. Si 2p coefficients consécutifs de leurs développements sont les mêmes pour les deux fonctions, les fonctions se confondent.

En faisant une transformation homographique, on peut supposer que les deux fonctions aient la même valeur exceptionnelle. Dans ce cas, il suffit pour l'identité des deux fonctions que les p premiers coefficients soient les mêmes.

On trouve des résultats analogues pour les valeurs exceptionnelles de rang m et pour les polynomes exceptionnels au sens de M. Borel.

Pour les fonctions méromorphes d'ordre fini, on a le théorème suivant :

Une fonction méromorphe

$$f(z) = \frac{g(z)}{h(z)}$$

d'ordre p a au maximum deux valeurs exceptionnelles qui sont racines d'une

([2]) *Annales École Norm. Sup.*, 3e série, 52, 1935, p. 221-268.

équation du second degré contenant les $2p$ *premiers coefficients de* $f(z)$ *et* $h(z)$, *ou de* $g(z)$ *et* $h(z)$. *Si la fonction a une seule valeur exceptionnelle, cette valeur est une fonction rationnelle des* $2p+1$ *premiers coefficients de* $f(z)$ *et* $h(z)$, *ou de* $g(z)$ *et* $h(z)$.

On peut obtenir ainsi des conditions nécessaires et suffisantes pour que la fonction méromorphe $f(z)$ ait deux, une ou zéro valeurs exceptionnelles.

Le théorème de M. Picard pour les fonctions méromorphes d'ordre fini se trouve ainsi démontré et complété.

On obtient aussi des conditions nécessaires et suffisantes pour que deux fonctions méromorphes d'ordre fini, ayant des valeurs exceptionnelles, soient identiques.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les réactions élastiques des terrains.*
Note de M. **Pierre Despujols**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons indiqué (¹) que les équations indéfinies de l'équilibre élastiques se ramenaient, dans le cas d'un milieu homogène et isotrope soumis à la seule action de forces extérieures, aux équations

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}=P,\\ &\frac{\partial u}{\partial y}-\frac{\partial v}{\partial x}=\frac{\lambda+2\mu}{\mu}Q,\end{aligned}\right.$$

dans lesquelles P et Q sont deux fonctions satisfaisant aux équations

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{\partial P}{\partial x}+\frac{\partial Q}{\partial y}=0,\\ &\frac{\partial P}{\partial y}-\frac{\partial Q}{\partial x}=0.\end{aligned}\right.$$

Nous allons appliquer cette remarque au cas d'une poutre de dimensions infinies reposant, soit sur deux appuis indéfinis rigides, soit sur des appuis linéaires parallèles.

Prenons l'axe des x horizontal, l'axe des y vertical et plaçons l'axe des z à égale distance des deux appuis ou à l'aplomb d'un appui linéaire.

(¹) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 549.

Dans le premier cas nous prendrons, pour P et Q, les fonctions

$$P = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right), \qquad Q = \sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right),$$

α désignant l'angle sous lequel on voit les appuis distants de $2a$ et S ayant pour expression

$$S = \left[\frac{(x+a)^2 + y^2}{(x-a)^2 + y^2}\right]^{\frac{1}{4}}.$$

Pour résoudre les équations (1) nous remarquerons, d'une part, que les différentielles

$$dU_1 = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)dx + \sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right)dy,$$

$$dV_2 = -\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right)dx + \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)dy$$

sont des différentielles totales; d'autre part, que les fonctions

$$U_3 = -y\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right), \qquad V_3 = y\cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right)$$

satisfont aux équations

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = \cos\frac{\alpha}{2}\left(S + \frac{1}{S}\right), \qquad \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial x} = -\sin\frac{\alpha}{2}\left(S - \frac{1}{S}\right),$$

de sorte que l'on peut déterminer des nombres c_1, c_2 et c_3 tels que les fonctions

$$u = c_1 U_1 + c_3 U_3, \qquad v = c_2 V_2 + c_3 V_3$$

satisfassent aux équations (1).

Il suffit, pour satisfaire aux conditions aux limites, de donner à c_1 et c_2 des valeurs convenables et de faire appel, pour compléter u et v, à des fonctions linéaires. On trouve

$$u = \frac{F}{4\mu(\lambda+\mu)}[\mu U_1 - (\lambda+\mu)U_3 - (\lambda+2\mu)x],$$

$$v = \frac{F}{4\mu(\lambda+\mu)}[(\lambda+2\mu)U_2 - (\lambda+\mu)U_3 + \lambda y],$$

F désignant la pression à laquelle les terrains sont soumis à une hauteur infinie.

Pour résoudre le problème de l'appui linéaire simple, il suffit de prendre

pour P et Q les fonctions

$$P = \frac{y}{r^2}, \qquad Q = -\frac{x}{r^2}.$$

Les calculs peuvent se conduire comme précédemment, et l'on obtient

$$(3) \qquad \begin{cases} u = \dfrac{\pi}{4} - \dfrac{1}{2}\,\text{arc tang}\,\dfrac{y}{x} - \dfrac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\,\dfrac{xy}{r^2}, \\ v = \dfrac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\left(\log r - \dfrac{y^2}{r^2}\right). \end{cases}$$

Si la poutre est soutenue par des appuis parallèles distants de $2a$, les déplacements sont donnés par les formules

$$(4) \qquad \begin{cases} u = \dfrac{2aF}{\pi(\lambda+\mu)} \displaystyle\sum_{-\infty}^{+\infty} u_n - \dfrac{(\lambda + 2\mu)Fx}{4\mu(\lambda+\mu)}, \\ v = \dfrac{2aF}{\pi(\lambda+\mu)} \displaystyle\sum_{-\infty}^{+\infty} v_n + \dfrac{\lambda F y}{4\mu(\lambda+\mu)}; \end{cases}$$

u_n et v_n étant les déplacements exprimés par les formules (3) pour l'appui linéaire de rang n, situé à la distance $2na$.

Considérons enfin des appuis parallèles d'écartements variables et exerçant des pressions quelconques $2a_nF_n$, $2a_n$ étant égal à la moitié de la distance entre les appuis de rang $n-1$ et $n+1$. Pour que les déplacements soient donnés par les formules (4), a_nF_n rentrant sous le signe Σ, il suffit que l'on puisse diviser l'axe des x en segments assez grands pour que, dans chacun d'eux, la valeur moyenne des pressions d'appui soit aussi voisine de F que l'on voudra.

HYDRAULIQUE. — *Sur les relations existant entre le débit limite q_a, la force d'entraînement limite T_a et la vitesse limite v_a dans les problèmes du charriage de matériaux solides roulés.* Note [1] de M. **Charles Jaeger**, présentée par M. Charles Fabry.

On connaît les efforts tentés par Du Boys, Wilhelm, Conti, Eisner, Shields, Rouse etc. pour découvrir les lois des phénomènes du charriage des matériaux dans les cours d'eau à fond mobile. Constatant combien il

---

[1] Séance du 22 janvier 1940.

est difficile d'aborder l'étude de ces problèmes en partant du grain de matière se détachant du lit, puis emporté par le courant, nous avons cherché à procéder par la méthode inverse, en soumettant les formules empiriques trouvées par divers auteurs à une analyse serrée. Nous limitons nos recherches au cas de matériaux de dimensions pas trop fines, roulés par un courant turbulent. Fait remarquable, dans le cas du charriage de matériaux point trop fins, roulés en mouvement turbulent, la loi de similitude de Froude généralisée est certainement valable, en sorte que nous avons un moyen d'orienter nos recherches en nous imposant de ne retenir que des formules empiriques conformes à cette loi.

Un examen comparatif des diverses formules empiriques publiées à ce jour nous a fait retenir la formule du charriage des matériaux roulés en mouvement turbulent, donnée par Meyer-Peter, Favre et Einstein [2],

$$(1) \qquad \frac{q^{\frac{2}{3}}\mathrm{J}}{\mathrm{D}} = a'\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{10}{9}} + b'\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{1}{3}}\frac{g^{\star\frac{2}{3}}}{\mathrm{D}}$$

(où q = débit liquide par unité de largeur, $g^\star$ = débit solide par unité de largeur, J = pente de la ligne d'énergie, D = diamètre caractéristique du gravier, γ_s = poids spécifique du gravier, γ = poids spécifique de l'eau, a' et b' = constantes déterminées expérimentalement). Dans le cas *limite* où $g^\star$ est encore nul ($g^\star = 0$), nous avons

$$(2) \qquad q = q_a = h_a v_a = \left(\frac{\mathrm{D}a'}{\mathrm{J}}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{\gamma_s-\gamma}{\gamma}\right)^{\frac{5}{3}}$$

($h = h_a$ = hauteur d'eau, $v = v_a$ = vitesse moyenne pour $g^\star = 0$).

Définissons, en première approximation, la force d'entraînement

$$(3) \qquad \mathrm{T} = \gamma h \mathrm{J},$$

et exprimons la vitesse moyenne v au moyen de la relation de Gauckler-Manning-Strickler

$$(4) \qquad v = c'\mathrm{D}^{-\frac{1}{6}}h^{\frac{2}{3}}\mathrm{J}^{\frac{1}{2}},$$

où c' est un coefficient de rugosité constant. Les formules (1) à (4) sont toutes conformes à la loi de Froude. En les combinant entre elles, nous obtiendrons de nouvelles formules qui resteront toutes conformes à cette loi.

---

[2] *Schweizerische Bauzeitung*, 103, 1934, XIII, p. 147-150.

En éliminant h entre (2) et (3) nous obtenons la force d'entraînement limite

$$\frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)^{\frac{10}{9}} D\right]^{\frac{3}{2}} a'^{\frac{3}{2}} v^{-1} J^{-\frac{1}{2}}, \tag{5}$$

qui rappelle la formule empirique de Schoklitsch-Neményi [3]. Éliminons encore v; on trouve

$$\frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right) D\right] \frac{\gamma^{\frac{3}{5}} a'^{\frac{9}{10}}}{c'^{\frac{3}{5}}} \frac{1}{J^{\frac{4}{5}}}. \tag{6}$$

Or Eisner, s'appuyant sur des considérations théoriques, a montré que T_a est vraisemblablement donné par une formule de la forme [4]

$$\frac{T_a}{\gamma} = \left[\left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right) D\right] \frac{1}{J} \Psi,$$

où Ψ est une fonction de nombre de Reynolds et de relations qui seraient données par des théories aérodynamiques. La formule d'Eisner, que rappelle notre formule (6), semble confirmée par les essais de Casey, Shields, Indri etc.

Si, au lieu d'éliminer v, on élimine T, on trouve

$$v_a = C'^{\frac{3}{5}} \left[a' \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}\right)\right]^{\frac{3}{5}} \frac{D^{\frac{1}{2}}}{J^{\frac{3}{10}}}, \tag{7}$$

relation rappelant une formule théorique bien connue de Conti [5] et confirmée, quant à la puissance affectant le terme D, par les mesures de Schaffernak, Scobey, Welikanoff etc.

Les relations nouvelles (5), (6) et (7), déduites de la formule empirique des débits solides charriés (1) de Meyer-Peter, Favre et Einstein et des équations (2), (3) et (4), ont bien l'aspect qu'on s'attendait à leur voir prendre, tant en raison de considérations théoriques (Eisner, Conti) que d'après les essais de Casey, Shields, Indri, Schaffernak etc. Nous voyons dans ce fait une intéressante justification de la formule (1) qui semble bien avoir les caractères d'une relation de nature physique.

---

(3) NEMÉNYI, *Die wasserbauliche Strömungslehre*, Leipzig, 1933, p. 135.

(4) EISNER et SCHILLER, *Strömungslehre der Rohre und offenen Gerinne*, Leipzig, 1932, p. 420-430.

(5) *Trasporto solido nei corsi d'acqua* [*Annali dei Lavori Pubblici* 1930, 1931 et 1932, paru en volume, Rome, 1932, p. 26.

Certaines expériences (Indri) paraissent prouver que T_a et v_a sont en réalité indépendants de J. Pour éliminer J de (6) et (7), il nous faudrait cependant disposer d'une équation supplémentaire qui ne pourrait nous être donnée que par les théories modernes de la turbulence. La recherche de cette équation est l'une des tâches les plus délicates réservées aux hydrauliciens s'occupant du problème du charriage des matériaux solides roulés.

HYDRAULIQUE. — *Expériences sur l'écoulement permanent à l'entrée d'un canal découvert.* Note [1] de M. **Léopold Escande**, transmise par M. Charles Camichel.

Nous avons indiqué [2] les différents aspects de l'écoulement, en régime permanent, à l'entrée d'un canal découvert, dans le cas où il existe des contractions latérales appréciables. Nous avons établi les relations théoriques concernant l'écoulement axial, d'une part, et l'écoulement critique, d'autre part. Nous avons montré comment on dispose d'une équation supplémentaire lorsque l'extrémité amont du canal forme ajutage rentrant à l'intérieur du bassin, et quelle est la forme particulière et plus simple prise dans ce cas par les équations générales. La présente Note a pour objet l'exposé des résultats expérimentaux obtenus sur un canal de 20^{cm} de largeur, à parois en verre :

I. Avec le canal sans tubulure ni ajutage, nous avons vérifié les relations théoriques relatives à l'écoulement axial, de la manière suivante : à partir des valeurs mesurées de q, h_2, h', on calcule la perte de charge ξ, au moyen de l'équation (3); en lui ajoutant la charge totale H_2 dans la section S_2 et la perte de charge ξ' qui existe dans le canal, pour les mêmes valeurs de q et de h_2, en l'absence de singularités (canal muni d'un pavillon supprimant les contractions initiales), on calcule la charge totale amont H_1; comme on le voit sur la figure 1, les valeurs ainsi obtenues coïncident bien avec les résultats expérimentaux, pour deux séries de mesures correspondant à deux valeurs de h_2 maintenues constantes, $h_2 = 15^{cm},27$ et $h_2 = 10^{cm}$.

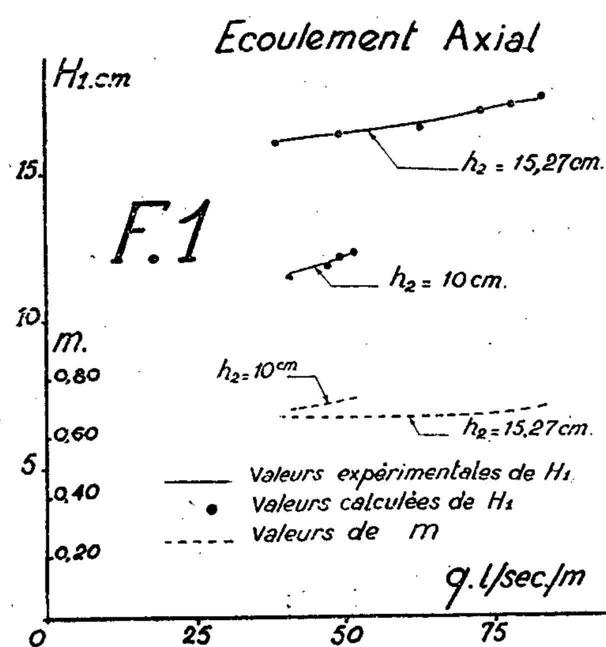
Sur cette figure 1 sont également indiquées les valeurs du coefficient de contraction m, obtenues au moyen de l'équation (1).

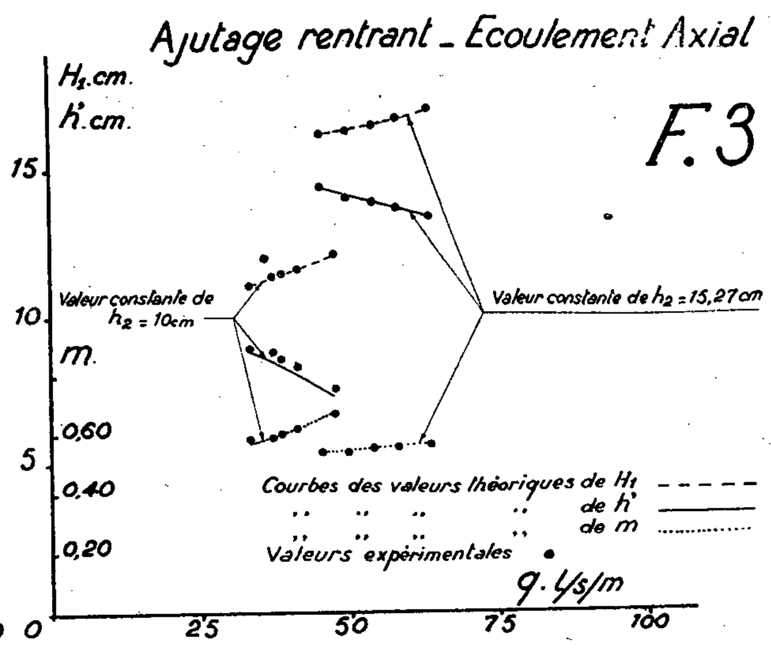
II. La figure 2 concerne l'écoulement critique, pour un canal sans tubulure ni ajutage; elle fournit, en fonction du débit q, la charge totale

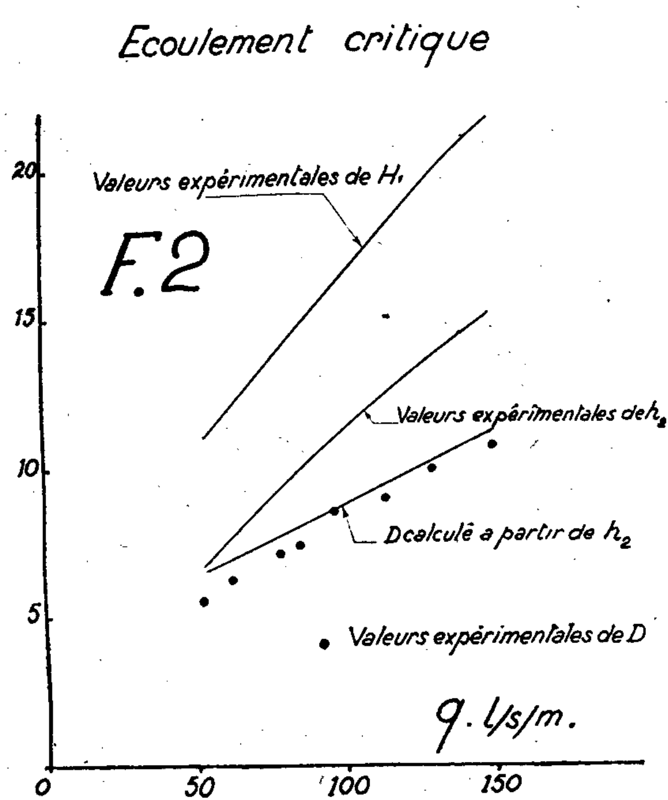
---

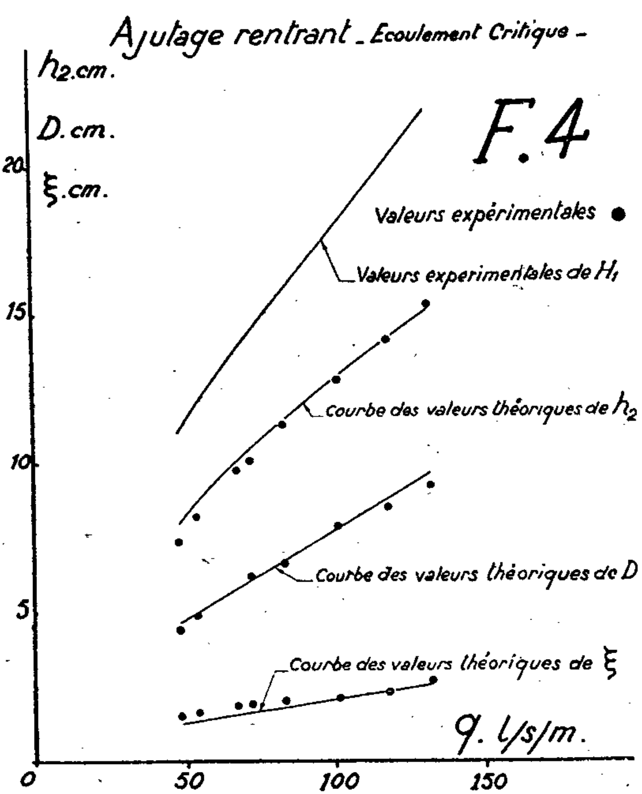
(1) Séance du 29 janvier 1940.

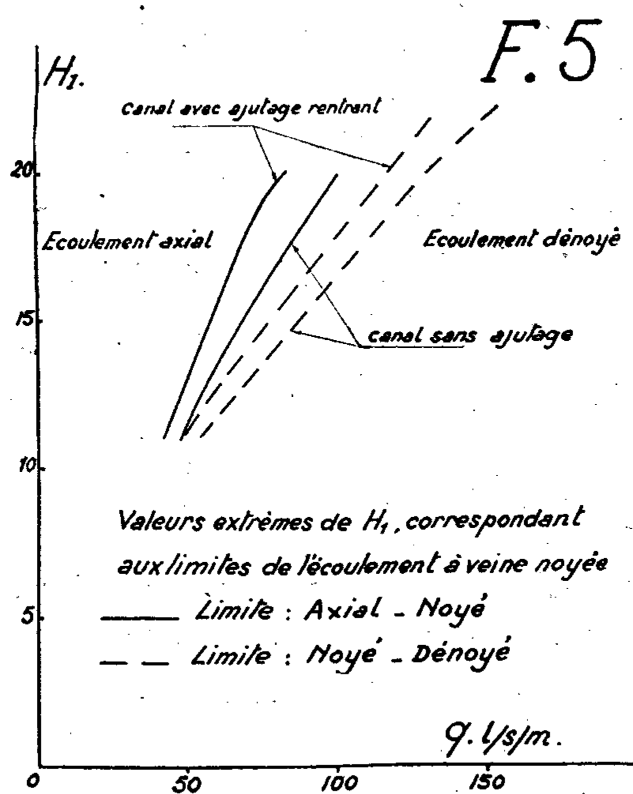
(2) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 133.

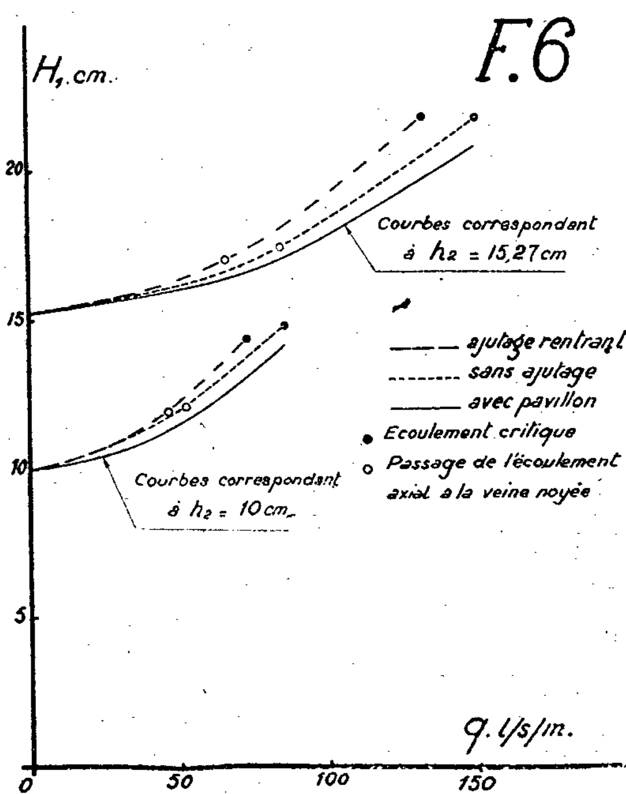

Ecoulement Axial
H1.cm
F.1
h2 = 15,27cm.
h2 = 10cm.
m.
h2=10cm
h2=15,27cm.
Valeurs expérimentales de H1
Valeurs calculées de H1
Valeurs de m
q. l/sec/m


Ajutage rentrant _ Ecoulement Axial
H1.cm.
h'.cm.
F.3
Valeur constante de h2 = 10cm
Valeur constante de h2 = 15,27cm
m.
Courbes des valeurs théoriques de H1
de h'
de m
Valeurs expérimentales
q. l/s/m


Ecoulement critique
Valeurs expérimentales de H1
F.2
Valeurs expérimentales de h2
D calculé à partir de h2
Valeurs expérimentales de D
q. l/s/m.


Ajutage rentrant _ Ecoulement Critique _
h2.cm.
D.cm.
ξ.cm.
F.4
Valeurs expérimentales
Valeurs expérimentales de H1
Courbe des valeurs théoriques de h2
Courbe des valeurs théoriques de D
Courbe des valeurs théoriques de ξ
q. l/s/m.


H1.
F.5
Canal avec ajutage rentrant
Ecoulement axial
Ecoulement dénoyé
canal sans ajutage
Valeurs extrêmes de H1, correspondant
aux limites de l'écoulement à veine noyée
Limite : Axial _ Noyé
Limite : Noyé _ Dénoyé
q. l/s/m.


H1.cm.
F.6
Courbes correspondant à h2 = 15,27cm
ajutage rentrant
sans ajutage
avec pavillon
Ecoulement critique
Passage de l'écoulement axial à la veine noyée
Courbes correspondant à h2 = 10cm
q. l/s/m.

amont H_1, le tirant d'eau aval h_2 et les valeurs théoriques et expérimentales de D.

III. La figure 3 est relative à l'écoulement axial en tête d'un canal formant ajutage rentrant à l'intérieur du bassin. A partir des valeurs mesurées du débit par unité de largeur q et du tirant d'eau aval h_2, on a calculé la charge totale amont H_1, au moyen de la relation (9); puis on a évalué h' par l'équation (8), et le coefficient de contraction m a été enfin déduit de la relation (7); les valeurs ainsi calculées de H_1, h' et m sont comparées, sur la figure 3, aux résultats fournis par les mesures directes : la coïncidence est très bonne. On observe que les mesures se répartissent en deux séries correspondant aux mêmes valeurs constantes de h_2 que pour le canal sans ajutage, ce qui rend immédiate la comparaison des résultats obtenus dans les deux cas; l'examen comparatif des figures 1 et 3 montre l'accroissement des contractions latérales dans le cas de l'ajutage rentrant.

IV. La figure 4 est relative au cas de l'écoulement critique, lorsqu'il existe un ajutage rentrant. A partir des valeurs mesurées de H_1 et q, on calcule D par la relation (11), puis ξ_1 au moyen de l'équation (10), h_2 à l'aide de (5), ξ_2 en utilisant (6) et enfin la perte de charge totale $\xi = \xi_1 + \xi_2$. La figure 4 montre la comparaison entre les valeurs ainsi calculées et celles qui sont directement fournies par l'expérience. La coïncidence est toujours bonne.

V. La figure 5 fournit les frontières séparant l'écoulement noyé de l'écoulement axial et de l'écoulement dénoyé, dans le cas du canal ordinaire et dans celui de l'ajutage rentrant.

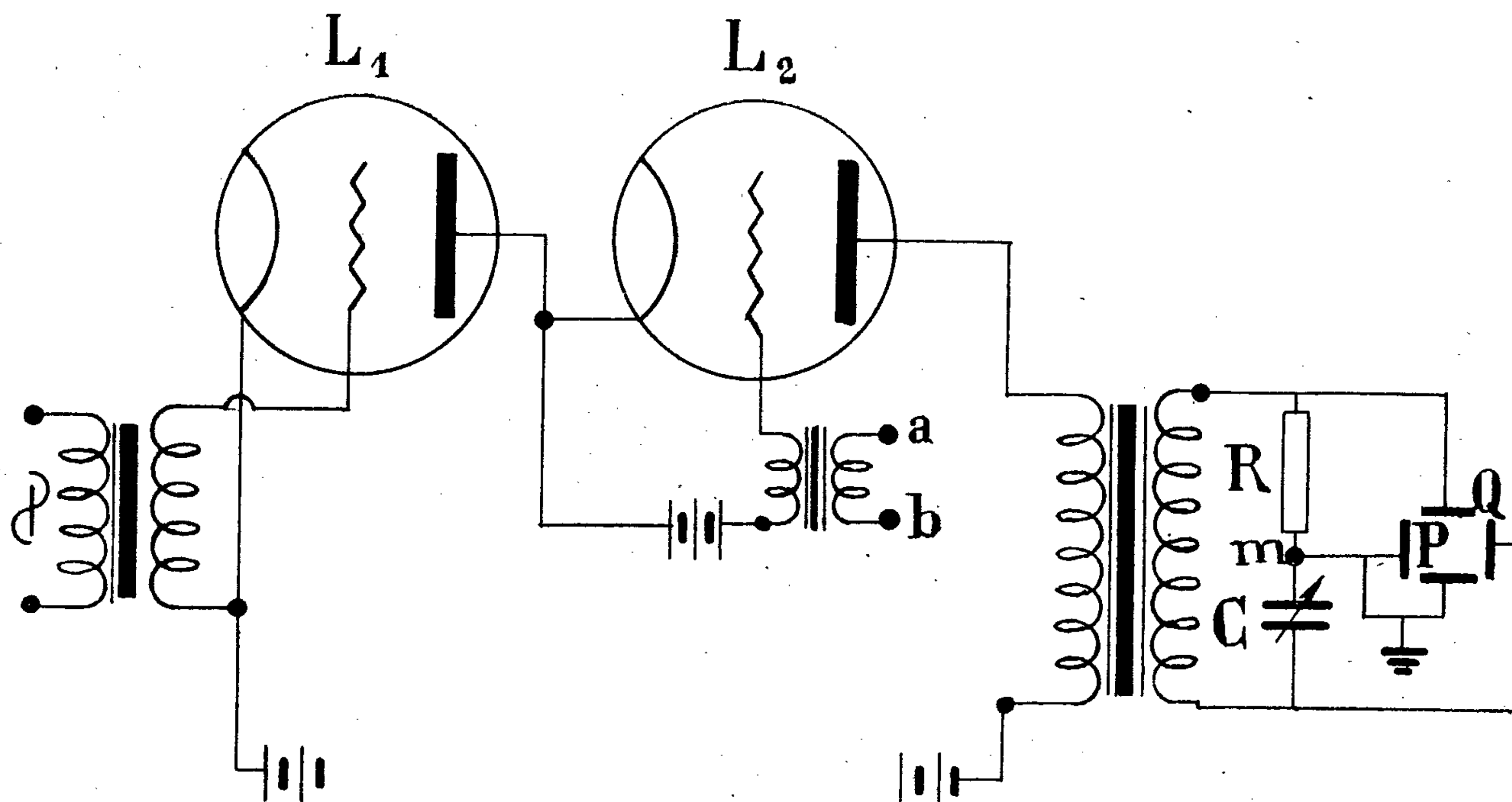
VI. La figure 6 fournit les valeurs de la charge totale H_1, en fonction du débit q, pour les deux valeurs constantes de h_2 étudiées, dans le cas du canal ordinaire, de l'ajutage rentrant et du canal muni d'un pavillon supprimant les contractions. On voit que les pertes de charge, notablement réduites par la présence du pavillon, sont, au contraire, nettement plus fortes dans le cas de l'ajutage rentrant.

ÉLECTRICITÉ. — *Dispositif de balayage circulaire à déviation radiale applicable aux tubes cathodiques à montage dissymétrique des plaques.* Note (¹) de M. **Rostislav Vichnievsky**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le montage figuré comprend un amplificateur à couplage par transformateurs. Dans le circuit plaque de la lampe amplificatrice L_1 est placée,

(¹) Séance du 22 janvier 1940.

en série avec l'enroulement du primaire du transformateur, une résistance variable. Cette résistance est constituée par la résistance interne d'une triode L_2 dont la cathode est reliée à la plaque de la lampe amplificatrice L_1 et la plaque à l'enroulement du transformateur, tandis que la grille convenablement polarisée est reliée en *a* et *b* au circuit où se produit le signal à étudier.



Le secondaire du transformateur débite sur un ensemble constitué par une résistance ohmique élevée R et une capacité C dont l'impédance est voisine de la résistance R. Le point commun *m* entre la capacité et la résistance est mis à la terre de même que les plaques P. Les deux autres plaques Q sont branchées aux bornes du secondaire du transformateur. Ainsi les deux tensions sinusoïdales décalées de 90° appliquées aux deux paires de plaques font décrire au spot une trajectoire très voisine d'un cercle. L'amplitude de ces tensions sinusoïdales est fonction du courant traversant l'enroulement primaire du transformateur et par conséquent de la valeur de la résistance placée en série avec cet enroulement. Le phénomène à étudier, exerçant son action sur la grille de la lampe L_2, fait varier sa polarisation et par suite sa résistance interne. L'augmentation de la résistance interne de la triode se traduit par une diminution du rayon du cercle.

Si l'on superpose en *a* et *b* la tension à étudier et une tension de balayage linéaire, le balayage circulaire précédent est transformé en un balayage en spirale.

OPTIQUE. — *Variations d'absorption d'un verre coloré au sélénium en fonction de la température.* Note (¹) de MM. **Jean Escher-Desrivières** et **Yves Godron**, présentée par M. Armand de Gramont.

Luckiesh (²) signalait en 1919 l'influence très générale de la température sur la teinte et la transparence des verres colorés dans la masse; les variations enregistrées dans le domaine de 20 à 300° sont, selon les espèces, de sens et de grandeur rigoureusement spécifiques, mais le plus souvent de faible amplitude.

Ultérieurement Hyde, Cady et Forsythe ont montré l'existence de variations de même nature, mais exceptionnellement accentuées, intéressant un verre rouge au sélénium. A 80 degrés, un échantillon de ce produit est nettement plus foncé qu'à 20 degrés. Les courbes de transmission correspondantes se déduisent l'une de l'autre par une translation parallèle à l'axe des longueurs d'onde, le décalage se chiffrant par 100 unités angström environ.

Nous nous sommes proposé d'étudier par la méthode de Hyde les mutations spectrophotométriques avec la température d'un verre coloré au sélénium de nuance orangée à froid.

Le dispositif expérimental comportait un petit four cubique à résistance chauffante de 8^{cm} de côté, muni de deux fenêtres en glace incolore, et disposé à demeure sur la plate-forme d'un spectrophotomètre. L'échantillon coloré (carré de 2^{cm} de côté et d'épaisseur 5^{mm}) était au centre du four. Nous avons effectué des mesures complètes de facteurs de transmission correspondant à différents régimes stables définis au moyen d'un couple thermoélectrique chromel-alumel, enroulé en spirale au voisinage immédiat du verre. Nous avons maintenu à température constante la soudure froide du couple et effectué les mesures thermiques au potentiomètre.

Les courbes ci-après représentent les résultats obtenus. Les variations des propriétés spectrophotométriques sont considérables.

Ainsi (*fig.* 1) les facteurs de transmission pour la radiation 6200 sont respectivement de 80 % à 10°, 39 % à 267° et 2 % à 360°. Pour la radiation 5900, ces facteurs sont de 63 % à 10°, 47 % à 51° et 13 % à 108°. La limite des spectres d'absorption subit un déplacement de 100 unités

(¹) Séance du 29 janvier 1940.

(²) *Journal of The Franklin Institut*, 1919, p. 225-226.

angström environ pour un échauffement de 10 à 100° et un déplacement supplémentaire de 300 Å pour un nouvel échauffement portant le verre à 300°. Les courbes spectrophotométriques correspondant aux différents états thermiques sont de même forme générale; leurs segments obliques

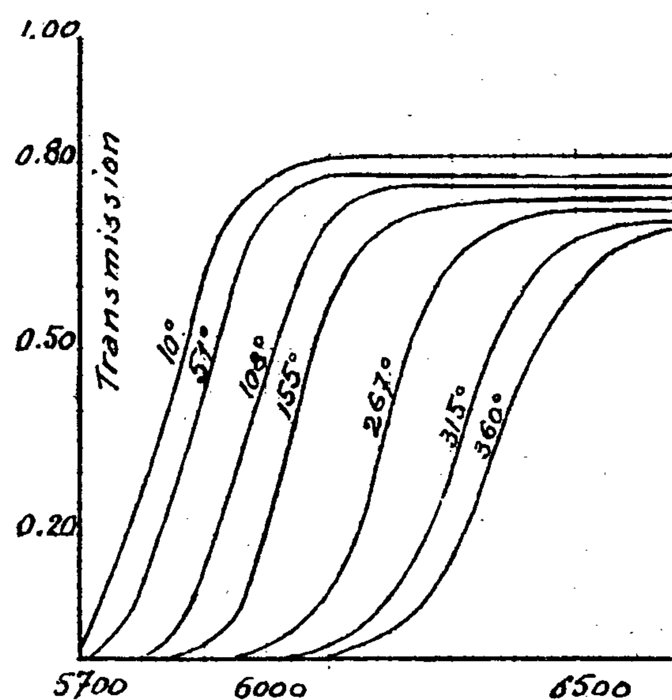


Fig. 1.

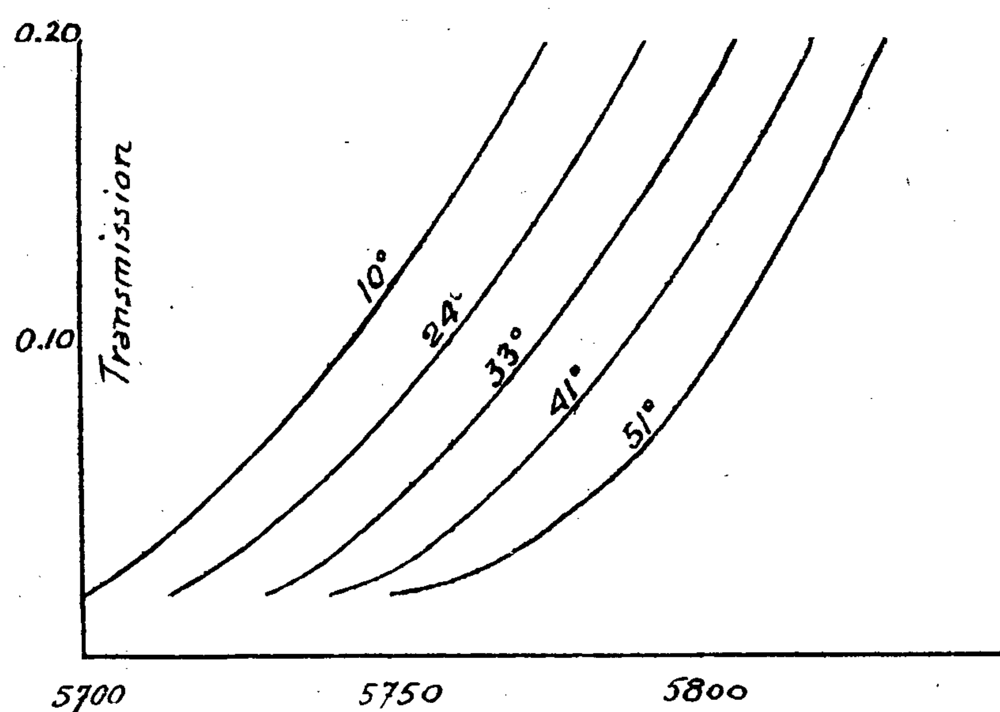


Fig. 2.

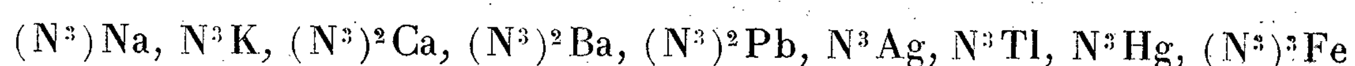
sont parallèles dans le domaine de 10° à 150°. Lorsque l'échauffement est plus accentué, on note une déformation progressive des courbes, en sorte que le déficit global de transparence lié à l'échauffement s'accuse tout particulièrement.

Il importe de remarquer que la transparence du verre pour les rayons jaunes est considérablement affectée par des écarts de température qui peuvent être notés dans les laboratoires. Ainsi, pour $\lambda = 5750$, les facteurs de transmission sont respectivement de 12 % à 10° et de 8 % à 24° (*fig.* 2).

Ces faits doivent être pris en considération pour les applications des verres au sélénium utilisés en tant que filtres de lumière, pour la signalisation par exemple. D'autre part ils impliquent une conséquence intéressant la photométrie en général. Les mesures spectrophotométriques concernant les verres au sélénium n'ont de sens précis que moyennant la notation de la température à laquelle la mesure a été faite.

RADIOCHIMIE. — *Sur la vie moyenne de l'azote activé électroniquement.* Note [1] de MM. **René Audubert** et **Charles Racz**, présentée par M. Jean Perrin.

Grâce aux compteurs photoélectriques sensibles, on vérifie que la thermolyse lente des azotures



$(N^3)Na$, N^3K, $(N^3)^2Ca$, $(N^3)^2Ba$, $(N^3)^2Pb$, N^3Ag, N^3Tl, N^3Hg, $(N^3)^3Fe$

et l'électrolyse en solution aqueuse de N^3Na, N^3K, N^3H sont accompagnées d'émission de rayonnement ultraviolet.

Les énergies d'activation des réactions photogéniques et le spectre d'émission sont indépendants des cations associés et caractéristiques du groupement N^3. De plus, en comparant les bandes spectrales obtenues aux niveaux possibles de la molécule d'azote activée électroniquement, on est conduit à admettre que cette émission peut être attribuée à la désactivation de l'azote.

Il était intéressant de vérifier si cet azote obtenu ainsi se trouvait dans un état métastable et dans ce cas de déterminer la vie moyenne de cette forme active.

En raison des facilités qu'elle offrait, l'expérience a été faite avec l'azote obtenu par électrolyse de solutions de N^3Na. L'électrolyse est effectuée au moyen d'un contact tournant qui ouvre et ferme le circuit périodiquement. Entre la cellule située au-dessus de l'anode, formée par une grille de platine disposée horizontalement tout près de la surface de séparation du liquide, se trouve intercalé un secteur à diaphragme; ce dernier, entraîné par le même axe que l'interrupteur rotatif, démasque, deux fois par tour, synchroniquement, le compte photon avec un retard α sur l'interruption du courant d'électrolyse.

Dans ces conditions, en faisant tourner le dispositif, si la désactivation

---

[1] Séance du 29 janvier 1940.

est instantanée, la cellule ne doit déceler aucun rayonnement. Or on observe une émission. Comme, par ailleurs, nous nous sommes assurés, par des enregistrements à l'oscillographe cathodique, que cet effet ne pouvait être attribué à un étalement du courant d'ouverture, ces faits témoignent de l'existence d'un état métastable attribuable sans doute à la molécule d'azote activé électroniquement.

Si l'on désigne par τ la vie moyenne, par n_0 et n les nombres de molécules activées aux instants zéro et t,

$$n = n_0 e^{-\frac{t}{\tau}}.$$

En courant continu l'émission ΔN_0, mesurée au compteur photoélectrique, est donnée par $\Delta N_0 = n_0/\tau$. L'on désigne par α le décalage entre la coupure du courant et l'électrolyse et par θ l'ouverture du diaphragme; en régime stationnaire, quand le système tourne, l'intensité de l'émission ΔN est donnée par

$$\Delta N = 2\nu n_0 \left(e^{-\frac{\alpha}{2\pi\nu\tau}} - e^{-\frac{\alpha+\theta}{2\pi\nu\tau}}\right)$$
$$\frac{\Delta n}{\Delta N_0} = 2\nu\tau\left[e^{-\frac{\alpha}{2\pi\nu\tau}} - e^{-\frac{\alpha+\theta}{2\pi\nu\tau}}\right].$$

On construit des abaques, $y = f(x)$, représentant la variation de $\Delta N/\Delta N_0 = y$, en fonction de valeurs arbitraires de $\nu\tau = x$, pour différentes valeurs de α. Par suite, à partir des données expérimentales concernant $\Delta N/\Delta N_0$ et de ν, on cherche celle des courbes pour laquelle la valeur calculée de τ est constante dans toute l'étendue du domaine étudié; on obtient ainsi du même coup α dont la détermination expérimentale est fort incertaine.

Le tableau suivant contient les résultats de 7 expériences réalisées dans des conditions d'électrolyse différentes d'une solution de 0,5N de N^3Na.

Expérience.	Tension (volts).	Intensité (ampère).	τ (sec.).	α (degré).
1...............	20	1	$2,50.10^{-3}$	0,1
2...............	10	0,5	3,05	5,0
3...............	10	0,5	2,68	0,5
4...............	20	1,2	2,44	10
5...............	12	0,6	3,13	20
6...............	22	1,5	1,67	1
7...............	20	0,8	2,05	0,1

Moyenne $\tau = 2,5 \pm 0,2.10^{-3}$ seconde.

Ces faits permettent donc d'admettre que lors de la décomposition

électrolytique de solution d'azoture de sodium, l'azote formé anodiquement doit, avant de devenir de l'azote normal, passer par un état intermédiaire métastable.

Conformément aux conclusions fournies par l'étude spectrale de cette émission, cette forme métastable serait la molécule d'azote activée électroniquement; cet azote étant différent de l'azote de Strutt, dont il n'a ni la vie moyenne, ni le spectre de luminescence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La cémentation du fer, étudiée au moyen du potentiel de dissolution du métal dans l'eau acidulée.* Note de M. **Stéfan Procopiu**, présentée par M. Aimé Cotton.

La cémentation est l'opération par laquelle on produit une carburation superficielle du fer, par diffusion de carbone d'un milieu carburant dans le fer chauffé au-dessus de 900° C. Je me suis proposé d'étudier la pénétration du carbone dans le fer en étudiant le potentiel d'une électrode de fer cémenté plongée dans l'eau acidulée, et l'évolution dans le temps de ce potentiel, due à la dissolution successive des couches superficielles. J'ai employé les piles galvaniques : $E = Hg(+)$, Hg_2Cl_2, sol. sat. KCl/eau acid./Fe cém. (—) et $e =$ Fe cém. (+), eau acid., Fe pur (—). On tire le potentiel de dissolution, V = Fe cém./eau acid., de la relation

$$V_{(volt)} = 0,250 - E_{(volt)}.$$

On arrive ainsi expérimentalement aux conclusions suivantes :

1° Le fer cémenté, comparé au fer pur, est positif (plus noble) et la f. é. m. e est de l'ordre de 0,064 volt;

2° La courbe représentant l'évolution dans le temps du potentiel V de dissolution du fer cémenté présente trois parties : la valeur négative du potentiel tend d'abord vers des valeurs plus négatives, jusqu'à un minimum, atteint au bout de 30 à 60 minutes; puis, le potentiel revient vers des valeurs plus positives, et cette variation se continue jusqu'à ce que tout le fer cémenté soit dissous dans l'eau acidulée; alors le potentiel revient brusquement vers des valeurs plus négatives, correspondant au fer pur. Avec un fer cémenté 35 minutes à 900° C., on trouve, pour des temps θ après l'immersion, les potentiels V suivants :

θ (heures).....	0	0,5	1	103	142	173
V (volts)......	—0,214	—0,227	—0,219	—0,200	—0,214	—0,215

La variation initiale du potentiel vers des valeurs plus négatives s'explique ainsi : le fer cémenté et aussi le fer pur s'oxyde facilement à la surface, et son potentiel est devenu plus positif [1]; la dissolution de cette surface oxydée et, peut-être aussi, la réduction de l'oxyde superficiel par l'hydrogène de l'eau acidulée, font tendre le potentiel vers des valeurs plus négatives, correspondant au métal pur (d'ailleurs, le fer électrolytique, saturé d'hydrogène, montre une évolution contraire). L'évolution du potentiel vers des valeurs plus positives, constituant la deuxième partie de la courbe, peut être expliquée par l'action de l'hydrogène de l'eau acidulée, l'hydrogène donnant des hydrures de fer non stables, et qui rendent le fer plus positif [2].

Lorsque toute la couche de fer cémenté est dissoute, le potentiel descend à des valeurs plus négatives, correspondant au fer pur.

3° Connaissant le temps T de dissolution de la couche de fer cémenté, et la perte de poids de l'électrode de fer cémenté, on peut déduire l'épaisseur δ de la couche cémentée, pour un temps t de cémentation.

Cémentation à la température de 900°C.

Temps t de cémentation (en minutes).	10	20	35	180
Temps T de dissolution (en heures)..	30	52	103	550
Épaisseur δ (en μ)	125	164	208	–

Cémentation à 950°C.

t (en minutes)	10	15	20	25
T (en heures)	59	80	110	142
δ (en μ)	139	179	259	427

On peut représenter approximativement la pénétration δ du carbone dans le fer par la relation

$$\delta = K.t,$$

dans laquelle K, la constante de proportionnalité, est d'autant plus grande que la température de cémentation est plus grande.

4° On peut déduire l'épaisseur de la couche superficielle du fer ou du fer cémenté, oxydée par l'air, d'après le temps que dure la dissolution du métal, jusqu'au minimum du potentiel. Cette durée étant de l'ordre

(1) V. R. Evans, *Trans. Faraday Soc.*, **18**, 1922, p. 1; V. R. Evans et T. P. Hoare, *J. of the Iron and Steel Inst.*, **11**, 1932, p. 379.

(2) Voir par exemple L. Guitton, *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 1256; *Bull. Soc. chim. France*, **4**, 1937, p. 570-580.

de 30 minutes, et comme il faut 103 heures pour dissoudre 208$^{\mu}$, on en déduit pour la couche superficielle oxydée du fer une épaisseur de l'ordre de 1$^{\mu}$.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques en A.O.F.* Note de M. **Jean Larroque**, présentée par M. Charles Maurain.

Les observations magnétiques dont les résultats sont présentés ici ont été effectuées avec des appareils Chasselon de voyage durant ces trois dernières années à différentes occasions; au cours d'un séjour méhariste en Mauritanie et dans l'Adrar, dans une mission géographique à la frontière de l'A.O.F. et de la Libye, le long de l'itinéraire de retour. Elles sont données sans aucune réduction de variation diurne ni séculaire; celles-ci pourront être effectuées ultérieurement avec d'autant plus d'exactitude qu'on s'est efforcé de stationner en d'anciennes positions. Toutes les déclinaisons sont occidentales.

Station.	Latitude.	Longitude.	Date.	Déclinaison.	Compos. horiz.	Inclinaison.
			Sénégal, Adrar, Mauritanie.			
Barigo............	16°. 4′,5	16°.22′,5 W	18.12.1936	16°.25′		
Saint-Louis........	16. 0,0	16.30,0 W	2. 1.1937	16.29	0,3113	
Haneik............	21.14,2	12.58,1 W	12. 2.1937	14.15		
Toujounine el Kebir.	21.11	12.56 W	20. 2.1937	15.10		
Souheihate	21.46	12.40 W	7. 3.1937	14.43		
Guelb el Barka.....	23. 5,5	12.54,2 W	7. 4.1937	15. 2		
Oum Dferate.......	23.14,3	12.35,2 W	9. 4.1937	14. 9		
Dayet Tizeghaf.....	23. 1,8	12.30,0 W	10. 4.1937	12.31		
Hammami.........	22.51,8	11.41,7 W	12. 4.1937	14.27		
El Grea	22.45,8	11.24,0 W	14. 4.1937	13.59		
Tourine	22.36	11.49,5 W	23. 4.1937	14. 0	0,2969	34°. 8′
Atar..............	20.31,1	13. 3,5 W	4. 5.1937	14.33		
Akjoujt	19.45,0	14.22,1 W	28. 5.1937	14.48		
Amilli............	19.59,1	14.52,5 W	14. 7.1937	14.35		
Hamedoua.........	20. 2,5	15.30,0 W	2. 8.1937	15.38		
Boutilimit.........	17.35	14.37 W	18. 8.1937	15.35	0,3132	25.42
Nouakchott........	18. 7	15.58 W	25. 8.1937	15.59	0,3089	27.10
Azeffal............	20. 2,3	15.54 W	3.11.1937	15.44		
Bir Igueni.........	20.29,6	14.54,0 W	21.12.1937	15.12		
Bennichab.........	19.26,0	15.17,8 W	12. 1.1938	15.44		
Arouyeite..........	21.17,6	15.10,4 W	20. 2.1938	15.24		
Gouerat Sfar.......	21.22	15.44 W	22. 2.1938	16.26		
Cap Blanc.........	20.46,4	17. 3,0 W	11. 3.1938	15.44		

Station.	Latitude.	Longitude.	Date.	Déclinaison.	Compos. horiz.	Inclinaison.
		Sénégal, Adrar, Mauritanie (suite).				
Port-Etienne.......	20°56′	17°3′,3 W	12. 3.1938	15°31′		
Timazine..........	21.19,8	16.45,3 W	20. 3.1938	15.51	0,3015	32°54′
Bou Lanouar.......	21.16,1	16.30,0 W	14. 4.1938	15.43		
Morzouba..........	21. 1,2	16.29,9 W	6. 5.1938	15.49		
Bir al Gareb.......	20.37,5	16.15,4 W	28. 5.1938	15.50		
Tidra.............	19.40,4	16.23,4 W	28. 6.1938	15.58		
Chami............	20. 3,5	15.58,2 W	12. 7.1938	15.49	0,3068	30.49
Tanoudaret........	20.12,2	16.12,1 W	15. 7.1938	16.23		
		Frontière de Libye.				
Chirfa............	20.57,4	12.20,4 E	16.11.1938	5.10		
Emi Boudy........	23.11,1	12.37,3 E	9.12.1938	5.15		
Point IV..........	23.12,5	11.58,2 E	30.12.1938	5.10		
			2. 4.1939		0,3208	28.36
In Ezzane.........	23.29,3	11.14,4 E	13.12.1938	4.52		
Point V...........	23.30,9	11.59,9 E	3. 1.1939	5. 7		
Zouzoudinga.......	22.28,5	12.18,4 E	9. 1.1939	4.37		
Point II...........	22.40,3	12. 5,4 E	11. 1.1939	5. 2		
Emi Fraha.........	22.38,5	12.50,3 E	21. 1.1939	4.51		
Tehfi Loïma.......	22.32,0	13.10,8 E	12. 2.1939	4.50		
Kissi Tchain.......	22.22,6	13.40,4 E	3. 3.1939	4.39		
Madama...........	21.56,6	13.38,9 E	7. 3.1939	4.39		
			29. 4.1939		0,3262	
Point XII..........	22.31,9	13.57,8 E	13. 3.1939	4.33		
Djanet............	24.41	9.38 E	27/29.3.1939	5.35		31.36
N'Deguedeï........	22. 7,7	14. 3,2 E	11. 4.1939	4.44		
Yankaradinga......	22.18,7	14.45,9 E	23. 4.1939	4.35		
		Trajet de retour.				
Bilma.............	18.41,4	12.55,2 E	10.11.1938	5.12		
			8/9.5.1939		0,3325	20.4
Daotimni.........	20.37	13.32 E	3. 5.1939	4.46,3		
Agadez............	16.59,3	7.59,2 E	18. 5.1939	7. 5		
Zinder............	13.47,8	8.59,6 E	25/26.5.1939	6.55	0,3351	9.50
Dosso.............	13. 2,7	3.11,8 E	29. 5.1939	8.48		
Niamey...........	13.30,9	2. 6.1 E	31. 5.1939	9.22		
Tchaourou.........	8.50	2.37 E	2. 6.1939	10. 8		
Cotonou...........	6.21,1	2.26,4 E	4. 6.1939	10.54	0,3169	− 7.12
Douala............	4. 1,5	9.41 E	8/9. 6.1939	9. 2	0,3132	−14. 1.
Abidjan...........	5.19,2	4. 1 W	16. 6.1939	13.39		
Dakar.............	14.42,1	17.25,2 W	15. 7.1939	16.56	0,3104	21.35

HYDROLOGIE. — *Radioactivité des sources hydrominérales de Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme). Sources très riches en thoron.* Note de MM. **Adolphe Lepape** et **Marcel Geslin**, présentée par M. Marcel Delépine.

A l'occasion des analyses physicochimiques approfondies entreprises en 1931, par l'Institut d'Hydrologie, sur quatre sources de Châtel-Guyon (Gübler II, Louise, Suzanne, Germaine), nous avons étudié la radioactivité d'un certain nombre de sources de cette station.

Radon. — Le radon présent dans les gaz spontanés et dans les eaux minérales a été dosé, sur place (juin 1931), et suivant notre technique habituelle ([1]), à l'aide de l'appareil de Chéneveau et Laborde.

		Radon (Rn), en millimicrocuries par litre, à l'émergence.					
		Gaz spontanés					
Source.	T°.	gaz secs 0°-760 mm.	gaz saturés d'eau à T°.	Eau.	$\frac{Rn_{(eau)}}{Rn_{(gaz)}}$.	α.	Extrait sec à 180° gr./litre.
Saint-Coust...	14°,5	–	–	2,93	–	–	2,000
Marguerite...	26,2	–	–	2,65	–	–	1,25
Deval........	24,4	1,53	1,36	0,29	0,21	0,22	6,066
Gübler II....	31,4	0,94	0,80	0,27	0,33	0,19	5,079
Louise.......	32,7	0,78	0,66	0,17	0,26	0,18	4,561
Carnot.......	34,2	0,84	0,71	0,08	0,11	0,17	5,440
Suzanne......	34	0,58	0,49	0,06	0,12	0,18	5,182
Pasteur......	33	0,32	0,27	0,06	0,22	0,18	–
Germaine....	35,6	0,47	0,39	0,06	0,15	0,17	5,909
Yvonne......	30	–	–	0,05	–	–	–

1° Les écarts importants entre le rapport $Rn_{(eau)}/Rn_{(gaz)}$ et le coefficient de solubilité α du radon dans l'eau pure montrent que l'équilibre de solubilité du radon entre l'eau et les gaz spontanés n'est pas toujours réalisé à l'émergence, ainsi que nous l'avons souvent observé pour les sources très riches en gaz carbonique.

2° Les sources les plus radioactives sont les sources les moins minéralisées et les moins chaudes; les eaux superficielles sont donc notablement plus riches en radon que les eaux thermales profondes.

([1]) *Ann. Inst. Hydr. et Clim.*, 3, 1925, p. 157.

3° En 1928, Jacquet (²) avait dosé le radon dans douze sources, mais ses résultats présentent avec les nôtres des divergences importantes.

Radium. — L'extrait d'un grand volume d'eau (30ˡ environ), additionné de Cl^2Ba, est soumis à des fusions successives aux carbonates alcalins, suivies d'attaques par l'acide chlorhydrique. Le radium est concentré dans une solution chlorhydrique finale, parfaitement limpide, contenue dans un ballon de 2ˡ. On le dose par le radon engendré pendant un intervalle de temps connu.

Source.	Volume d'eau traité (en l.).	Radium, en 10^{-12} g. par litre d'eau.	Radium, en 10^{-12} g. par gramme d'extrait sec.
Gübler II	29,46	40,8	8,1
Louise	32,84	38,5	8,4
Suzanne	28,24	44,3	8,5
Germaine	31,84	53,8	9,1

Thoron. — Le thoron a été recherché à la source Gübler II par la méthode de l'activité induite (³), la feuille collectrice ayant été exposée pendant 48 heures (18-20 juin 1931) aux gaz spontanés, sous un potentiel négatif de 556-536 volts. L'évolution du dépôt d'activité induite a été suivie à l'électroscope pendant 47 heures après l'enlèvement de la feuille collectrice (temps 0). Voici quelques résultats des mesures :

Temps.	Activité induite mesurée (unités arbitraires).	Activité induite du thorium (⁴).	Activité induite du thorium initiale (calculée).
0 minute	"	1,000	"
8 minutes	1,35	"	"
18 »	1,26	"	"
1 heure	1,05	"	"
3 heures	0,75	"	"
4 »	0,69	0,844	0,82
6 »	0,63	0,744	0,85
8 »	0,55	0,654	0,84
10 »	0,47	0,574	0,82

(²) *Bull. Institut et Observ. de physique du globe du Puy-de-Dôme*, n° **1**, 1929, p. 49.

(³) A. LEPAPE, *Comptes rendus*, **178**, 1924, p. 931.

(⁴) MAKOWER et GEIGER, *Mesures pratiques en radioactivité*, Paris, 1919, p. 173; Mme P. CURIE, *Radioactivité*, Paris, 1935, p. 554.

Temps.	Activité induite mesurée (unités arbitraires).	du thorium ([4]).	du thorium initiale (calculée).
12 heures	0,42	0,504	0,83
21 heures 15 minutes	0,23	0,276	0,83
34 »	0,10	0,119	0,84
46 »	0,046	0,0546	0,84
47 »	0,042	0,0511	0,82

Après 4 heures, le dépôt d'activité induite du radium (activité initiale 0,52) est détruit, et l'importante activité résiduelle est due au dépôt d'activité induite du thorium (activité initiale 0,83). Cette intensité de l'activité induite du thorium, la plus élevée, de beaucoup, que nous ayons encore rencontrée aux sources hydrominérales, correspond à une richesse exceptionnelle en thoron.

Dans des conditions expérimentales analogues, nous avions trouvé à la source Grande-Grille, de Vichy, une activité induite du thorium initiale de 0,06. Étant donné que l'eau de Gübler II contient $0{,}45 \times 10^{-12}$ g. de mésothorium 1 par litre (R. Duchon, voir la Note ci-dessous), et celle de Grande-Grille, $0{,}06 \times 10^{-12}$ g. de mésothorium 1 par litre, le thoron est, relativement au mésothorium présent dans l'eau, environ deux fois plus abondant à Châtel-Guyon qu'à Vichy. Ce rapport indique, ou bien que le ThX (générateur immédiat du thoron) est, au moins, à moitié détruit à Grande-Grille, lorsque l'eau minérale arrive au jour, ou qu'à Gübler II l'eau emprunte une partie, au moins, du thoron aux terrains immédiatement voisins du griffon.

HYDROLOGIE. — *Proportions élevées de mésothorium 1 dans les eaux minérales de Châtel-Guyon (Puy-de-Dôme) et de radium dans l'eau du sondage des Martres d'Artières (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Robert Duchon**, présentée par M. Marcel Delépine.

1. Dans la Note ci-dessus, MM. A. Lepape et M. Geslin ont montré que les sources hydrominérales de Châtel-Guyon présentent une richesse exceptionnelle en thoron. Il était donc naturel de se demander si ces eaux minérales ne contenaient pas d'autres radioéléments de la famille du thorium. Après avoir mis au point la méthode de dosage du thoron par le

courant gazeux [1], nous l'avons appliquée à la vérification de cette hypothèse.

La recherche des dérivés du thorium dans les eaux minérales s'effectue sur les mêmes solutions que celle du radium.

La méthode du courant gazeux, qui permet de doser le thoron dégagé par la solution étudiée, a été modifiée par nous de la façon suivante : le gaz (air) est injecté dans la solution en ébullition au moyen d'un agitateur creux de forme particulière et parcourt ensuite un circuit fermé. L'ionisation due au rayonnement α du thoron est mesurée avec un électroscope de Chéneveau et Laborde.

En raison de la brièveté de leurs périodes, Th X ($T = 3,64$ jours) et thoron ($T = 54,5$ secondes) sont à chaque instant en équilibre radioactif avec RTh, corps à vie relativement longue ($T = 1,9$ an). La méthode conduit donc en définitive à un dosage du RTh. Il en résulte que si les eaux minérales contiennent Th, et donc RTh, son isotope, les mesures successives donneront des nombres constants, si le MTh1 ($T = 6,7$ ans) est présent, ou décroissant avec la période de RTh, si MTh est absent. Si MTh1 est seul présent à l'émergence (avec éventuellement Th X) RTh s'accumulera progressivement dans la solution étudiée, et les mesures successives donneront des chiffres croissant d'une valeur voisine de o à celle qui correspond à l'équilibre de régime entre MTh1 et RTh, puis décroissant avec une période qui tend vers celle de MTh1.

Le Th X n'est pas dosable lorsqu'il n'est pas accompagné du RTh générateur, car il se détruit totalement pendant la durée de l'évaporation de l'eau et du traitement chimique du résidu.

2. Nous avons appliqué cette méthode d'investigation à cinq sources de la station de Châtel-Guyon et à quatre autres de la région. Nous avons caractérisé le MTh1 dans toutes ces sources, où il se trouve en proportion élevée.

Le tableau ci-contre montre, à titre d'exemple, l'accumulation de RTh dans la source Germaine, de Châtel-Guyon (prélèvement de janvier 1938).

---

(1) R. DUCHON, *Journ. de Phys.*, 8, VII, 1937, p. 285; *Ann. Inst. Hydr. et Clim.*, 11, II, XL, 1936, p. 123.

Temps écoulé depuis l'émergence.	Coeff. d'accum. du RTh.	MTh 1 équiv. mesuré, en 10^{-12} g./l.	MTh 1 à l'émergence en 10^{-12} g. par litre.	par gramme d'extrait sec.
102 jours.......	0,092	0,048	0,51	0,088
171 »	0,153	0,081	0,53	0,091
296 »	0,257	0,153	0,51	0,088
385 »	0,308	0,156	0,50	0,087

La constance de la valeur trouvée pour le MTh1 ramené à l'émergence montre que ce corps est présent dans l'eau du griffon, tandis que Th et RTh en sont absents.

Dans le tableau ci-dessous, nous donnons le résultat des dosages de MTh1 et de Ra effectués sur diverses sources, exprimés en 10^{-12} g. par litre et par gramme d'extrait sec à 180°.

Stations et sources.	MTh1 à l'émergence, en 10^{-12} g. par litre d'eau.	par gramme d'extrait sec.	Radium, en 10^{-12} g. par litre d'eau.	par gramme d'extrait sec.
Châtel-Guyon				
Germaine (1931)...	0,53	0,090	53,8 [1]	9,1 [1]
Gubler II..........	0,45	0,090	40,8 [1]	8,1 [1]
Louise............	0,53	0,113	38,5 [1]	8,4 [1]
Suzanne...........	0,45	0,086	44,3 [1]	8,5 [1]
Miraton...........	0,55	0,104	54,8 [1]	10,2 [1]
Artonne				
Gros..............	0,133	0,045	26,5	9,0
Rouzat				
Rozana............	0,126	0,038	44,9	15,5
Châteauneuf				
Chevarier.........	0,125	0,055	28	12,8
Martres d'Artières				
Geyser............	0,350	0,044	293	36,2

3. Il résulte de ces recherches que :

1° les eaux examinées ne contiennent à l'émergence ni Th, ni RTh, mais seulement du MTh1 (et peut-être du ThX).

2° les eaux de Châtel-Guyon sont plus riches en MTh1 que les autres sources de la région.

---

[1] A. LEPAPE et M. GESLIN, Note ci-dessus.

3° la source Geyser des Martres d'Artières contient des quantités de radium élevées, sept fois plus que n'en renferment les sources de Châtel-Guyon.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Observations sur la phosphorescence des trois derniers anneaux du ver luisant.* Note [1] de M. **Georges Brooks**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La phosphorescence de la femelle du Lampyre ou ver luisant a fait déjà l'objet de quelques recherches. Citons, notamment, celles de Macaire, de Matteuci et de Carus, les examens spectroscopiques de Gernez et électroscopiques de D. Berthelot [2]. Ces recherches n'ont pas été approfondies et, en particulier, l'étude histochimique et spectrographique de la phosphorescence restait à poursuivre. Cette étude se heurte, il est vrai, à quelques difficultés, l'insecte étant très fragile et supportant mal le déplacement.

C'est au cours des années 1938 et 1939, par de chaudes nuits d'été, que j'ai pu capturer au bord de l'Oise, à Val-d'Oise, un certain nombre de ces animaux. Je les ai conservés vivants au laboratoire environ trois semaines, ce qui a facilité les expériences et les déterminations rapportées dans la présente Note.

L'examen de coupes histologiques, faites par congélation, excitées par la raie 3650 Å du Hg filtrée (microfluoroscope de Reichert), ne révèle qu'une faible fluorescence de couleur bleu lavé et jaunâtre par endroits. Cette fluorescence est due en partie à la petite quantité de flavine libre altérée. On sait, d'après von Euler, Hellström et Adler [3], que la flavine à l'état de flavoprotéide n'est pas fluorescente, mais qu'elle le devient lorsqu'on la dissocie de son support colloïdal. Cette scission est facilement provoquée par traitement avec de l'acide acétique à la température ordinaire, ou avec du méthanol à 50 % à l'étuve à 40° [4]. On constate alors l'apparition dans les dissolvants d'une fluorescence jaune vert assez intense. Encouragé par ces résultats, j'ai isolé et dosé la flavine [5] dans les trois derniers anneaux

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) Macaire, *Bibliothèque univ. de Genève*, 1821; Matteuci, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, 9, 1843, p. 71; Carus, *Comptes rendus*, 59, 1864, p. 607; Gernez, *ibid.*, 59, 1864, p. 509; D. Berthelot, *ibid.*, 178, 1924, p. 487.

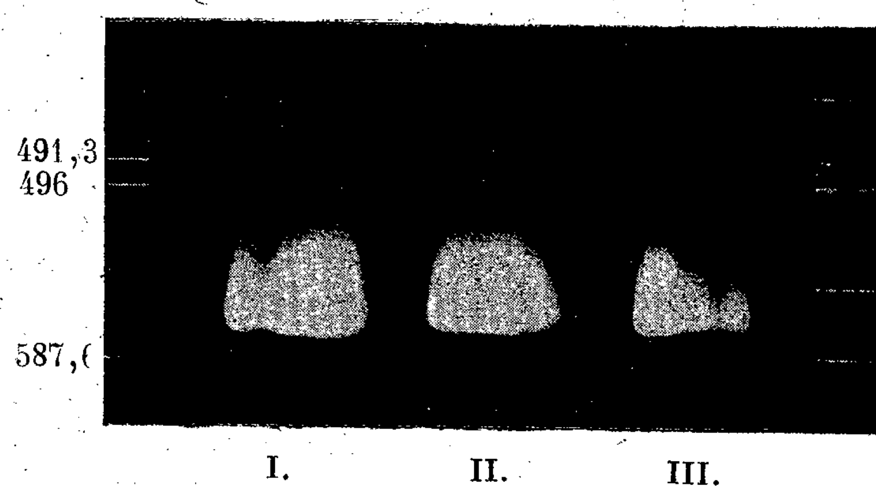
(3) *Zeit. f. vergl. Physiol.*, 21, 1935, p. 739.

(4) Georges Brooks et Robert Paulais, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 833.

(5) Georges Brooks, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 248.

de l'insecte. Après dissection soignée, la matière phosphorescente est extraite par le méthanol à 50 %, à la température de 40° (20 femelles, longueur de 14 à 16^{mm}). On débarrasse l'extrait alcoolique des impuretés par agitation avec le chloroforme. On concentre ensuite dans le vide, et l'on adsorbe sur une petite colonne d'Al^2O^3 activée; l'éluat obtenu avec un mélange d'alcool éthylique, de pyridine et d'eau répond aux mêmes propriétés physicochimiques et spectrographiques que la riboflavine. Le dosage fluorométrique donne $18^{\gamma},5$ de flavine par gramme de matière fraîche. Les observations sur l'influence de l'oxygène, de l'humidité et de la température corroborent les résultats de certains des auteurs précités ([2]).

La lumière émise par les trois derniers anneaux abdominaux du ver luisant vivant est d'une magnifique couleur jaune verdâtre intense. A l'aide d'un dispositif spécial qui maintient les anneaux séparément devant la fente du spectrographe, on enregistre la phosphorescence sur plaque Agfa isochrome ([6]). Le spectrogramme, obtenu pour la première fois, révèle une bande continue, sans structure spéciale, s'étalant vers les grandes



Spectres de phosphorescence des anneaux du Ver luisant vivant, rangés par ordre de luminosité. I, anneau central; II, premier anneau; III, troisième anneau.

longueurs d'onde (*fig.* 1). La densité photographique enregistrée de cette bande possède les maxima d'intensités suivants :

Enregistrement au microphotomètre.

	Axes du spectrogramme $\lambda(m\mu)$.
Début du spectre	587,9
Maximum d'intensité	570 562
Fin du spectre	469

([6]) GEORGES BROOKS, *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1465; *Bull. Soc. Chim. biol.*, **20**, 1, 1938, p. 498.

Il ressort des observations ci-dessus que la matière phosphorescente des trois anneaux du Lampyre ou ver luisant contient une quantité notable de flavine à l'état de *flavoprotéide*. Cette substance, qui se comporte comme catalyseur dans plusieurs processus biochimiques, doit vraisemblablement jouer un rôle spécial dans les cellules lumineuses. Quant à la lumière phosphorescente émise, elle donne un spectrogramme se déplaçant vers les grandes longueurs d'onde et caractérisé par les axes λ 570 à 562 mμ.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Quelques résultats expérimentaux concernant les relations hypophysogénitales chez un Sélacien.* Note de M. **Jean-Henri Vivien**, présentée par M. Maurice Caullery.

Poursuivant l'étude de la physiologie hypophysaire des Poissons, j'ai, au cours de l'année 1939, opéré et traité des embryons, des sujets prépubères et des adultes de *Scylliorhinus canicula*. Mes expériences en cours ont été interrompues le 25 août par la mobilisation; j'ai dû sacrifier une grande partie de mon matériel; toutefois j'ai pu retrouver, le 28 janvier 1940, quelques individus encore vivants et les autopsier.

Le tableau ci-dessous contient les résultats obtenus sur des animaux adultes, opérés en mars et avril, en pleine activité sexuelle.

Animaux opérés N°.	Survie post-opérat. (jours).	$\frac{\text{Pds gonade}}{\text{Pds total}} = \frac{P}{p}$.	Même rapport chez témoins.
♂ 113	15	0,044	0,043
112	22	0,044	
122	25	0,039	0,045
133	36	0,036	
116	47	0,042	0,044
119	69	0,040	
143	129	0,021	0,043
121	255	0,006	
117	258	0,007	0,042
142	300	0,006	
♀ 11	24	0,069	0,070
124	25	0,070	
15	27	0,080	0,069
125	37	0,047	
136	48	0,040	0,071
19	74	0,032	
110	102	0,019	0,046
118	154	0,008	
16	299	0,006	0,045
14	304	0,007	
141	306	0,005	0,062

Pendant les 30 à 60 premiers jours suivant l'opération, c'est-à-dire jusqu'à cicatrisation totale de la plaie opératoire, les sujets maigrissent, ce qui explique l'augmentation du rapport P/p.

Le rapport P/p, chez les individus impubères, est voisin de 0,010.

Tous les animaux indiqués ci-dessus ont été choisis de même taille et entretenus dans des conditions strictement semblables; ceux présentant un état physiologique déficient ont été écartés des statistiques.

On peut conclure que l'hypophysectomie provoque la dégénérescence des gonades des deux sexes et les ramène au voisinage de l'état impubère, tout au moins du point de vue pondéral; il est probable que l'étude histologique, que je ne puis malheureusement entreprendre actuellement, viendra confirmer cette observation et montrer que la dégénérescence, consécutive à l'hypophysectomie, s'amorce sensiblement en même temps que l'involution des produits non émis chez les normaux, comme semble le montrer la comparaison des chiffres des colonnes 3 et 4.

Quelques expériences, où la tige pituitaire a été sectionnée, mais où l'hypophyse n'avait pas été touchée, m'ont montré que, dans ce cas, les gonades n'étaient pas altérées, du moins macroscopiquement et pondéralement, mais que toute ponte était bloquée au bout de 10 à 25 jours. Cette constatation confirmerait l'hypothèse que j'ai déjà formulée [1], à savoir : la ponte serait liée à un phénomène neurocrine, tandis que l'effet gonadotrope est surtout hémocrine.

GÉNÉTIQUE. — *Les mutations chez les Isopodes terrestres.*

Note de M. **Albert Vandel**, présentée par M. Maurice Caullery.

Désireux d'acquérir des données sur la génétique et le déterminisme du sexe chez les Isopodes terrestres, j'ai été amené à rechercher systématiquement les mutations dans ce groupe. Dix-neuf mutations ont été trouvées et étudiées; quelques-unes ont été récoltées dans la nature, mais, la plupart d'entre elles ont été obtenues, dans les élevages, à la seconde et à la troisième génération de consanguins. Le caractère héréditaire de ces variations a été établi, dans tous les cas, par l'examen de la descendance. Les dix-neuf mutations observées sont toutes relatives à des caractères de coloration. On peut les répartir en cinq catégories :

---

[1] *C. R. Soc. Biol.*, Paris, 131, XXII, 1939, p. 1222.

1° *Albinisme complet.* — J'ai déjà signalé (1) la présence d'une variété albine (var. *alba*) chez *Trichoniscus elisabethæ*. Des albinos *à yeux noirs* ont été obtenus, au cours d'élevages, chez *Chætophiloscia elongata*, *Ch. sicula*, *Metoponorthus pruinosus*, *Armadillidium vulgare* et *Ar. nasatum*. Les individus entièrement albinos sont souvent accompagnés de *mosaïques*, où les régions pigmentées et albines se combinent suivant les modes les plus variés. Elles rappellent les aspects observés et minutieusement décrits par E. Brandt (1870) chez *Porcellio scaber*.

J'ai déjà signalé (2) l'existence d'une variété de *Porcellio lævis* albinos, *à yeux carmins*. J'ai vu apparaître, dans la troisième génération (F2) de cette lignée albine, plusieurs individus albinos, *à yeux oranges*; la couleur des yeux de cette variété rappelle celle de la mutation *orange* d'*Habrobracon*, ou celle des mutations *apricot* ou *eosin* (mâle) de la Drosophile. Les albinos de *Porcellio lævis* sont représentés exclusivement par des individus du sexe femelle.

2° *Albinisme incomplet* (*Type pallida*). — J'ai signalé (1), sous le nom de var. *pallida*, un type de dépigmentation partielle, héréditaire, observé chez *Trichoniscus elisabethæ*. La mutation *lucida* [Vandel (3)] de *Trichoniscus provisorius* en est phénotypiquement très voisine. J'ai décrit ailleurs (4) une variété *pallida* de *Philoscia affinis* et j'ai trouvé, chez *Armadillidium vulgare*, une variété analogue; dans les deux derniers cas, les individus du type *pallida* sont presque toujours des femelles, rarement des mâles.

3° *Type cooperi.* — La variété *cooperi*, que je n'ai rencontrée que chez *Armadillidium vulgare* [Vandel (5)], est caractérisée par la réduction du pigment, qui ne persiste que sur la tête, les antennes et la région médiane du pereion.

4° *Type Ligia.* — Les chromatophores des Isopodes terrestres sont très généralement associés pour former un réseau complexe, enserrant les insertions musculaires qui restent dépigmentées. Cependant, chez les Oniscoïdes primitifs et halophiles (en particulier chez *Ligia* et *Tylos*), les chromatophores restent distincts et largement éloignés les uns des autres. J'ai observé des mutations ramenant la coloration normale des Isopodes à

(1) *Comptes rendus*, **203**, 1936, p. 889-891; *Bull. Biol. France-Belgique*, **72**, 1938, p. 121-146.

(2) *C. R. Soc. Biol.*, **131**, 1939, p. 187-189.

(3) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 285-287.

(4) *Bull. Biol. France-Belgique*, **73**, 1939, p. 367-379.

(5) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1351-1352.

ce type primitif, chez *Chætophiloscia elongata*, *Ch. sicula* et *Metoponorthus pruinosus*.

5° *Rufisme*. — Le rufisme doit être considéré comme un stade d'arrêt de la mélanogenèse et d'incomplet développement du pigment [Reinig ([6]), Vandel ([4])]. J'ai observé des cas de rufisme chez *Philoscia affinis* (var. *trifasciata*), *Armadillidium vulgare* et *Ar. nasatum*. De nombreux autres cas de rufisme ont été déjà signalés chez les Isopodes terrestres [Vandel ([4])]. Les colorations *carmin* ou *orange* des yeux, signalées plus haut, doivent être considérées comme des cas particuliers de rufisme.

Conclusions. — 1° Le nombre de mutations observées est élevé; des élevages poursuivis sur une grande échelle permettraient très certainement d'en découvrir beaucoup d'autres. Les Isopodes terrestres constituent donc un matériel favorable aux études génétiques. Ce taux de mutabilité élevé est peut-être en rapport avec l'état de semi-domesticité dans lequel vivent beaucoup de ces animaux.

2° La recherche de mutations, entreprise dans le seul but d'obtenir du matériel propre aux recherches de génétique, a été poursuivie sans idée préconçue. Or il s'est trouvé que toutes les mutations observées sont des variations entraînant soit la disparition totale du pigment (albinisme), soit la réduction de l'étendue des zones pigmentées (types *pallida*, *cooperi*, *Ligia*), soit une mélanogenèse incomplète (*rufisme*). De plus, chaque type de mutation se retrouve dans plusieurs espèces; des recherches plus étendues permettraient sans aucun doute de multiplier le nombre de ces *mutations parallèles* ou *itératives*. Ces coïncidences ne peuvent être dues au hasard. Elles prouvent que l'apparence désordonnée que présentent les mutations n'est probablement qu'une illusion; une étude un peu approfondie des mutations permettra de révéler, dans bien des cas, les tendances évolutives du groupe. Les Isopodes terrestres sont caractérisés par une remarquable instabilité du système pigmentaire, qui tend à s'effacer et à se dégrader; d'autres groupes zoologiques, tels que les *Geometridæ* montrent, au contraire, une tendance très nette au mélanisme [Reinig ([6])]. Par ce caractère, et par leur hygrophilie très marquée, les Isopodes terrestres sont vraiment préadaptés aux modes de vie endogé et cavernicole.

([6]) *Melanismus, Albinismus und Rufinimus, ein Beitrag zum Problem der Entstehung und Bedeutung tierischer Färbungen*, Leipzig, 1937.

MICROBIOLOGIE. — *Le mécanisme de l'atténuation de* Bact. typhi murium *sous l'action de la lécithine; l'influence de la tension en oxygène dans le milieu de culture.* Note de M. **Baruch Samuel Levin**, présentée par M. Charles Achard.

En travaillant avec *Bact. typhi murium* nous avons observé que des repiquages quotidiens en bouillon lécithiné, aussi bien dans des conditions d'aérobiose que d'anaérobiose, amènent la perte totale du pouvoir pathogène pour la souris exercé par la *souche mère.* (Infection buccale) (1). On sait que des repiquages répétés des cultures bactériennes appartenant au groupe des *Salmonella* dans des milieux de culture liquides ont comme effet de diminuer l'action pathogène des bactéries ainsi traitées en remplaçant les formes virulentes *S* par des formes non virulentes *R*. Ainsi Lockhart (2) observe une diminution de la mortalité après 210 repiquages de 100 % à 35 %. De même G. S. Wilson (3) trouve qu'après 601 passages en aérobiose une souche de *Bact. typhi murium* ne tue plus la souris (injections intrapéritonéales de 100 bactéries), tandis que la *souche mère* tuait la totalité des animaux infectés. Nous faisons une constatation analogue (voir le tableau) avec une souche témoin, cultivée pendant 400 passages en bouillon nutritif en aérobiose. Cette souche tue la totalité des animaux au début de l'expérience, mais ne tue plus que 9 souris sur 30 en surinfection continue après 400 repiquages.

Une question se pose donc : Dans quelle proportion l'atténuation des souches de *Bact. typhi murium*, obtenue par des repiquages répétés dans le bouillon lécithiné (que nous appellerons *L*) est-elle spécifique ? Est-ce le facteur spécifique (lécithine) ou le facteur non spécifique (repiquages) qui influence le plus la perte de la virulence?

L'atténuation du pouvoir pathogène des souches *L* de *Bact. typhi murium* est plus complète et rapide que celle observée à la suite des repiquages en bouillon nutritif habituel. Pour évaluer l'action de la lécithine sur la virulence des souches *L*, il faut préciser le degré de l'atténuation spécifique, soit par la soustraction de l'action non spécifique, ce qui donne lieu à des interprétations difficiles, soit par son élimination.

---

(1) B. S. Levin et L. Olitzki, *Nature*, **143**, 1939, p. 604; *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1172 et 2026.

(2) *Journ. Hygiene*, **25**, 1926, p. 50.

(3) *Journ. Hygiene*, **30**, 1930, p. 433.

Ce dernier procédé a été rendu possible par les résultats d'une expérience de G. S. Wilson (*loc. cit*). Cet auteur, en travaillant sur l'effet de différentes concentrations en oxygène sur la virulence de *Bact. typhi murium*, a remarqué qu'on pouvait maintenir constant le degré de la virulence pendant 400 passages en milieu liquide, à condition que ceux-ci soient effectués en anaérobiose.

Différence dans le pouvoir pathogène de 4 souches de B. typhi murium, *provenant toutes d'une même* souche mère, *dues à des conditions de culture différentes.*

Mode de culture.	Nombre des repiquages.	Nombre des animaux d'expérience (souris blanche).	Nombre des animaux d'expérience morts (morts spécifiques).	Durée moyenne de survie limitée à 60 jours.
L aérobiose	230	30	0	60
	306	30	0	60
	400	30	0	60
Témoin aérobiose	230	30	20	32,2
	306	30	13	37,4
	400	30	9	40,0
L anaérobiose	230	30	0	60
	306	30	0	60
	400	30	0	60
Témoin anaérobiose	230	30	30	16,2
	306	30	30	19,5
	400	30	30	15,4
Souche mère, maintenue sur gélose; environ un repiquage par mois	0	30	30	18,0
	10	30	30	20,7
	15	30	30	20,4
	24	30	30	15,9

Expériences. — Le tableau montre que la virulence de la souche témoin cultivée en bouillon sans addition de lécithine dans des conditions d'anaérobiose est maintenue au cours de 400 repiquages. Il en est de même de la souche mère, cultivée sur gélose et rarement repiquée. La souche témoin correspondante, cultivée en aérobiose, est légèrement atténuée après 230 repiquages et fortement atténuée après 400 repiquages, mais tue encore une partie des souris. La plupart des souris survivantes présentent encore pendant quelques semaines des signes d'une grave maladie, mais se rétablissent ensuite. Par contre, les deux souches cultivées en bouillon lécithiné à 0,2%, aussi bien en aérobiose qu'en anaérobiose, perdent entièrement leur virulence. Les souris infectées avec ces deux souches ne présentent aucun signe de maladie.

L'infection est produite en donnant aux souris pendant les 60 jours de l'expérience une des cultures de 24 heures en bouillon, diluées dans trois fois leur volume d'eau.

Les résultats de nos expériences montrent que 1° le facteur *repiquages* reste sans action sur la virulence d'une souche de *Bact. typhi murium* après 400 passages effectués en anaérobiose; 2° la même souche bactérienne, cultivée dans des conditions identiques, en anaérobiose, mais en présence de 0,2 % de lécithine, montre une perte totale de sa virulence pour la souris; 3° en éliminant par la culture en anaérobiose l'atténuation due aux repiquages, on constate que l'atténuation obtenue par l'action de la lécithine seule suffit pour obtenir la perte totale de l'action pathogène de *Bact. typhi murium* (administration buccale)

M. A. Klopstock, qui a bien voulu examiner sur notre demande la structure antigène des souches *L*, nous informe qu'elle est identique avec celle de la souche mère et d'une souche de *B. typhi murium* type (dû à M. W. W. C. Topley), c'est-à-dire IV, V : i : 1, 2, 3.

La séance est levée à 15h25m.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Charles Galton Darwin**, Membre de la *Royal Society*, Directeur du *National Physical Laboratory* de Teddington, qui assiste à la séance.

M. **Georges Perrier**, faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage dont il est l'auteur, s'exprime ainsi :

Jusqu'à présent, à notre connaissance, aucune histoire complète de la Géodésie n'a été écrite par un géodésien. Cette histoire n'a été traitée que comme une partie de l'histoire de l'Astronomie et a certainement souffert de cette circonstance.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir écrit l'histoire d'ensemble complète de la Science géodésique depuis ses origines jusqu'à nos jours, mais nous sommes heureux d'avoir pu en présenter les traits essentiels, dans un petit livre publié par les *Presses universitaires de France*, dans la *Nouvelle Collection scientifique*, dont le Directeur est notre Confrère Émile Borel.

Il ne pouvait être question, dans un petit volume de moins de 200 pages, de présenter un aperçu historique complet des développements progressifs de la Géodésie, depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque contemporaine.

Nous avons dû, de propos délibéré, passer sous silence un certain nombre de questions, dont certaines sont cependant d'une haute importance.

Il ne nous a pas été possible de parler des premières déterminations de la forme et des dimensions de la Terre, effectuées dans l'Antiquité grecque par Eratosthène et par Posidonius, ainsi que des mesures dues aux astronomes arabes du Moyen Age.

Nous n'avons pas, non plus, montré les avantages qu'a tirés la Géodésie des progrès accomplis dans une Science qui lui est intimement liée, celle de la Navigation, lors des grands voyages maritimes de découverte aux XVe et XVIe siècles.

Nous avons fait commencer l'histoire de la Géodésie aux recherches théoriques de Newton, Huyghens et Clairaut, et nous l'avons divisée en trois parties correspondant, la première aux XVIIe et XVIIIe siècles, la seconde au XIXe siècle, la troisième à l'époque contemporaine.

Nous nous sommes efforcé de montrer, dans chacune de ces trois grandes périodes, les développements parallèles de la Géodésie mathématique et de la Géodésie physique, aussi bien sous le rapport des théories que sous celui des applications.

C'est surtout pour l'époque contemporaine que nous regrettons de n'avoir pu aborder quelques questions, qui sont aujourd'hui au premier plan des préoccupations des Géodésiens.

Nous avons dû passer sous silence les progrès réalisés par la Géodésie, grâce au calcul des probabilités, qui est à l'origine de la méthode des moindres carrés appliquée elle-même à la compensation des réseaux géodésiques et astronomiques.

Nous aurions voulu aussi montrer comment l'emploi des balances de torsion et autres appareils du même genre a été d'un précieux secours pour les études théoriques relatives à la forme de la Terre, comme pour les travaux pratiques de prospection.

Nous n'avons pu que faire allusion aux importantes théories de l'Isostasie, qui ont aujourd'hui pris un si grand développement, particulièrement aux États-Unis, et d'où tire son origine, dans ce pays, la méthode des aires, employée pour déterminer les paramètres de l'ellipsoïde terrestre.

Enfin, il ne nous a pas été possible d'exposer la question du déplacement des pôles (variations des latitudes) et celle des mouvements de l'écorce terrestre (mouvements périodiques ou marées, et déformations permanentes).

Le lecteur doit donc considérer notre ouvrage comme une sorte d'Introduction à l'étude de travaux actuels d'un ordre élevé.

Tel qu'il est, il donnera, croyons-nous, d'utiles renseignements sur le

développement des instruments et des méthodes, ainsi que sur les résultats obtenus depuis trois siècles et demi.

Nous nous sommes efforcé d'éviter des détails techniques trop arides et n'avons pas négligé de présenter un historique résumé des grandes opérations géodésiques des XVIIIe et XXe siècles, celles de Laponie et du Pérou dans le passé, celles du Spitzberg et de l'Équateur de nos jours. Cet historique montrera, croyons-nous, que la Géodésie ne se pratique pas uniquement dans le silence du cabinet et que les géodésiens ont été, en grande majorité, des hommes de terrain et d'action, car c'est sur le terrain qu'il faut aller chercher les faits, les nombres, les documents de toute nature, nécessaires pour asseoir, quelquefois immédiatement, d'autres fois plus tard seulement, des calculs et des spéculations théoriques.

On trouve dans notre ouvrage un aperçu sommaire de l'organisation internationale de la Géodésie qui, modeste à l'origine, puissante avant la guerre actuelle, remonte à l'époque (1864) où, sur l'initiative du Général prussien Baeyer, élève de Bessel, fut créée une Association géodésique réunissant les représentants des divers États allemands et d'un certain nombre d'États de l'Europe centrale. Progressivement étendue et développée, cette Association était devenue en 1886 l'*Association géodésique internationale*, ne limitant point son champ d'action à l'Europe. Elle disparut pendant la grande guerre de 1914-1918 et fut remplacée par une organisation, non seulement géodésique, mais aussi géophysique, l'*Union géodésique et géophysique internationale*, créée en 1919 aussitôt la paix rétablie.

L'Association de Géodésie, qui est une des sept Associations faisant partie de cette Union, a continué dignement l'œuvre de l'ancienne Association géodésique internationale. Elle a provoqué, sur le terrain, l'exécution d'un grand nombre de travaux et a poursuivi, de sa propre initiative, l'étude de nombreuses questions géodésiques d'intérêt international.

Son activité a donc été féconde dans le passé. Nous pouvions espérer qu'elle le serait encore plus à l'avenir, mais la deuxième grande guerre qui vient de se déchaîner et menace de s'étendre, comme la précédente, au monde entier, amènera sûrement dans les progrès de la Science géodésique un temps d'arrêt, de recul même, que beaucoup d'autres sciences éprouveront également.

C'est un nouveau chapitre de l'histoire de la Géodésie qui commencera lorsque les relations scientifiques internationales pourront être rétablies, mais qui sait quand ?

Nous avons, il faut bien l'avouer, été le premier intéressé par notre propre ouvrage, en espérant peut-être qu'un jour le temps dont nous disposerons nous permettra d'établir une véritable histoire, détaillée et documentée, de la belle Science géodésique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la concentration saline de l'eau d'arrosage.* Note (¹) de M. **Lucien Daniel**.

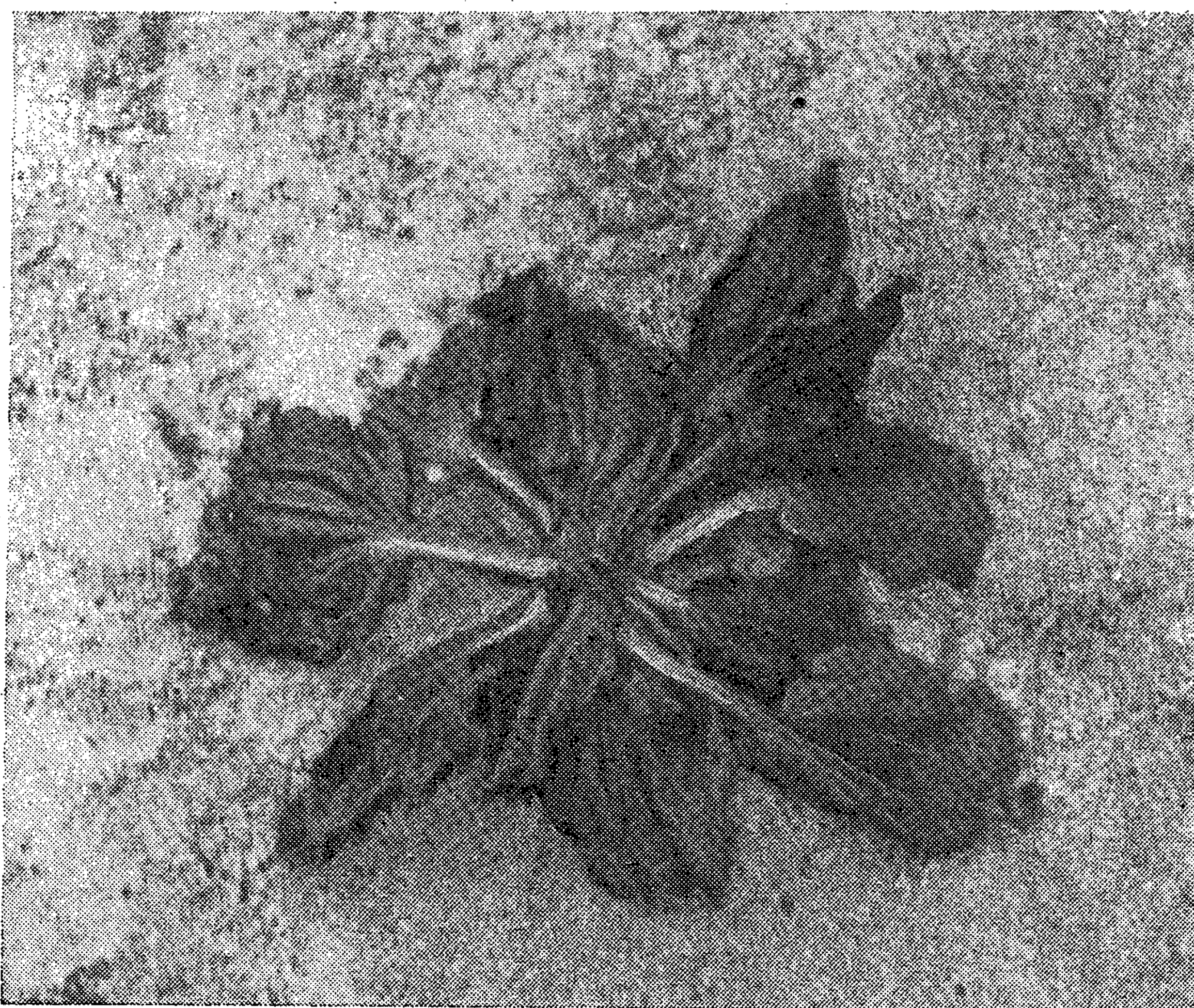
Depuis 1900, je me sers, dans mon jardin d'Erquy (Côtes-du-Nord), de l'eau de mon puits pour l'arrosage. Des analyses suffisamment répétées m'avaient montré que cette eau, puisée dans une nappe d'eau souterraine alimentée d'une part en eau douce par le ruissellement et d'autre part par l'infiltration de l'eau de mer aux marées d'équinoxe, contenait une certaine quantité de sels solubles, tout en restant potable par les fortes chaleurs au voisinage de l'été. Seules quelques espèces délicates, comme le Fraisier, se chlorosaient et finissaient par se dessécher. Or, il y a quelques années, à la suite de l'installation des égoûts et de l'eau potable, de profondes tranchées furent creusées dans les rues de la station balnéaire, qui produisirent une sorte de drainage suivi d'un abaissement de plus d'un mètre du niveau de l'eau de la nappe souterraine. Le vide fut comblé aux marées d'équinoxe par la pénétration de l'eau de mer, qui détermina une augmentation considérable de la salinité de l'eau de mon puits, comme je le constatai au goût et à l'analyse.

En 1938, la grande sécheresse m'obligea à faire de nombreux arrosages avec cette eau saumâtre contenant plus de 5^{mg} de sel par litre. Mes Fraisiers jaunirent, puis périrent les premiers. Des variations curieuses apparurent chez mes Choux cabus, mes Laitues, mes Artichauts, mes Tomates etc. Chez les Choux et les Laitues, la pomme, quand elle se forma, fut petite et rabougrie. Les feuilles, presque sessiles à l'état normal, fournirent un pétiole plus ou moins long; leur limbe prit une forme presque orbiculaire, surtout chez la Laitue; les nervures s'épaissirent et durcirent fortement, tandis que les parenchymes s'amincissaient; leur surface se gaufra et se crispa; leur latex, au lieu d'être blanc, passa au rougeâtre; la saveur devint amère et désagréable. Chez le Chou cabus, non

(¹) Séance du 5 février 1940.

seulement le goût fut changé, mais les feuilles se montrèrent indigestes ([2]). Le développement de l'appareil reproducteur fut plus ou moins entravé ainsi que les rythmes de végétation des races. J'ai remarqué que, chez diverses Laitues montant à fleurs, la tige aérienne était un peu fusiforme et se brisait net à la traction longitudinale. L'inflorescence était plus ou moins réduite, ainsi que la fertilité.

Ces phénomènes se sont reproduits en 1939, à la suite d'arrosages analogues. Je me suis rendu compte que les parties saturées de sels par l'arro-



sage ne reprennent pas leur fertilité immédiatement après la cessation de l'arrosage à l'eau saumâtre, et qu'il faut un temps assez long pour ramener la concentration saline à une dose assez faible pour cesser d'être nuisible. J'ai eu, à diverses reprises, l'occasion d'observer des modifications de même ordre chez des plantes de l'intérieur des terres et qui poussent accidentellement, en bordure des grèves, dans le sable des dunes humidifié par les embruns salés, par de petits paquets d'eau de mer projetés par les tem-

([2]) Lucien Daniel, *Les mystères de l'hérédité symbiotique*, p. 107 et suiv., un vol. in-8, 292 p., avec 32 pl. dont 16 en couleurs et de nomb. fig. dans le texte, Rennes, 1938-1939.

pêtes ou par infiltration au moment de la pleine mer, surtout aux grandes marées. On pourra s'en rendre compte en examinant la photographie ci-dessus représentant un *Plantago major* venu dans ces conditions, qui a fourni des pétioles plats et allongés, des limbes orbiculaires, des nervures très accentuées avec un gaufrage très accusé. Ces transformations ne surprendront pas ceux qui connaissent celles qui apparaissent dans les cultures en solutions nutritives quand on fait varier la concentration d'un élément isolé ou de plusieurs éléments de ces solutions, comparativement avec une solution type, comme je l'ai fait en 1908 pour l'étude des Haricots, greffés ou non.

Elles sont en outre intéressantes à divers titres : 1° elles montrent que la concentration saline des aliments absorbés dans le sol a une importance fondamentale dans les oscillations du bilan végétatif mobile des végétaux, leur lutte pour l'existence, leur état de santé ou de maladie, qu'il s'agisse de maladies physiologiques ou parasitaires (pathologie végétale); 2° que l'abus des engrais chimiques n'est pas seulement préjudiciable à la santé des végétaux supérieurs, mais aussi à la vie microbienne du sol, dont l'importance est fondamentale dans l'alimentation végétale; 3° que les animaux herbivores sont souvent victimes de l'absorption des plantes déséquilibrées et malades, qu'ils sont obligés d'avaler parfois avec des ingrédients plus ou moins toxiques qu'on a employés pour détruire les parasites divers qui les attaquent; 4° que, par contre-coup, l'homme lui-même est victime des états morbides des plantes ou des animaux dont il fait sa nourriture, puisqu'il ne se contente pas de déséquilibrer les végétaux, mais il en fait tout autant pour les animaux en les engraissant rapidement avec des produits chimiques qui rendent malsaines les graisses et la viande, *et il devient ainsi son propre bourreau.*

L'agriculteur, le vétérinaire, le médecin, l'hygiéniste ont un intérêt de tout premier ordre à coordonner leurs efforts en vue d'étudier à fond les rapports qui existent entre la santé et l'hygiène des plantes mangées par les herbivores, ceux qui s'établissent entre les herbivores, les granivores, les omnivores et l'homme. Tout se tient et tout s'enchaîne dans la vie symbiotique des êtres, et c'est ce qu'on ne devrait jamais oublier.

ÉLECTIONS.

Par la majorité absolue des suffrages M. **Alfred Lacroix** est désigné pour représenter l'Académie dans le *Conseil d'administration du Palais de la Découverte.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

R. Università degli Studi di Pavia. *Commemorazioni Spallanzaniane*, 11-14 aprile 1939-XVII. Vol. I. — *Atti ufficiali; I grandi maestri dell' Ateneo Pavese.*

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les équations aux dérivées partielles que vérifient les fonctions de distribution d'un champ aléatoire.* Note [1] de MM. **Georges Dedebant**, **José Moyal** et **Philippe Wehrlé**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Fonction de distribution d'une fonction aléatoire dérivable en moyenne quadratique. — Soient X/t une fonction aléatoire de la variable certaine t dérivable une fois en moyenne quadratique (dérivable m. q.), $\rho(x, t)$ sa fonction de distribution (f. de d.), $F(x, u, t)$ la f. de d. conjuguée de X et de $\dot{X}$ ($\dot{X}/t$ dérivée m. q. de X/t), soit $\varphi(X)$ une fonction certaine de X dérivable en X ; $\varphi(X)$ est par conséquent une fonction aléatoire de t également dérivable m. q. une fois. On a par les règles de calcul aléatoire pour la dérivée de la moyenne de $\varphi(X)$ [désignée par $\overline{\varphi(X)}$]

$$\frac{\partial}{\partial t}\overline{\varphi(x)} = \overline{\varphi'(X)\dot{X}}. \tag{1}$$

L'identité (1), étant vérifiée quelle que soit la fonction $\varphi(X)$, restreint le champ fonctionnel de $\rho(x, t)$. Pour le voir, explicitons (1) et désignons par $\overline{\dot{X}}^{|}$ la moyenne liée de $\dot{X}$ en X, qui est en général fonction de x et de t. (1) s'écrira

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi \frac{d\rho}{dt}\,dx = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial\varphi}{\partial x}\overline{\dot{X}}^{|}\rho\,dx = \Big|\varphi\overline{\dot{X}}^{|}\rho\Big|_{-\infty}^{+\infty} - \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\frac{\partial}{\partial x}\left(\overline{\dot{X}}^{|}\rho\right)dx, \tag{2}$$

à condition que $\rho(x, t)$ soit dérivable en x. La parenthèse $\Big|\varphi\overline{\dot{X}}^{|}\rho\Big|_{-\infty}^{+\infty}$ est nulle si $\varphi(x)$ s'annule aux limites. On a alors

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \varphi\left\{\frac{\partial\rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\dot{X}}^{|}\right)\right\}dx = 0. \tag{3}$$

---

[1] Séance du 5 février 1940.

Cette équation devant être vérifiée pour toute fonction $\varphi(X)$ nulle aux limites, entraîne pour $\rho(x, t)$ l'équation aux d. p.

$$(4)\qquad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\overline{\dot{X}}\rho\right) = 0.$$

Si X/t est deux fois dérivable m. q., on obtient par un calcul analogue au premier, une équation aux d. p. du second ordre pour $\rho(x, t)$

$$(5)\qquad \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\rho\overline{\dot{X}^2}\right) + \frac{\partial}{\partial u}\left(\rho\overline{\ddot{X}}\right) = 0,$$

$\overline{\ddot{X}}$ représentant la moyenne liée en X de $\ddot{X}$, $\overline{\dot{X}^2}$ celle de $\dot{X}^2$. On pourrait établir de la même façon des équations d'ordre supérieur.

Fonctions de distribution conjuguées de X/t et de ses dérivées m. q. successives. — Soit $F(x, u, t)$ la f. de d. conjuguée de X et $\dot{X}$. Désignons par $\overline{\ddot{X}}$ la moyenne liée en X et $\dot{X}$ de $\ddot{X}$. On a

$$(6)\qquad \frac{\partial F}{\partial t} + u\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial u}\left(F\overline{\ddot{X}}\right) = 0.$$

On peut généraliser ce résultat pour la f. de d. de X et de ses n dérivées m. q. successives.

Extension à la f. de d. conjuguée de n fonctions aléatoires d'une même variable réelle. — On étend les résultats ci-dessus à la f. de d. conjuguée de n fonctions aléatoires de t, c'est-à-dire aux composantes d'un vecteur aléatoire, dans un espace de configuration à n dimensions. Soit par exemple X/t, Y/t, Z/t représentant les coordonnées aléatoires d'un point, fonctions du temps t, $\rho(x, y, z, t)$ leur f. de d. conjuguée, $F(x, y, z, u, v, w, t)$ la f. de d. conjuguée des X, Y, Z et des $\dot{X}$, $\dot{Y}$, $\dot{Z}$. On a l'analogue de (4), (5) et (6),

$$(7)\qquad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\dot{X}}\right) = 0,$$

$$(8)\qquad \frac{\partial^2 \rho}{\partial t^2} - \mathbf{S}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\rho\overline{\dot{X}^2}\right) + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\rho\overline{\ddot{X}}\right) = 0,$$

$$(9)\qquad \frac{\partial F}{\partial t} + \mathbf{S}\, u\frac{\partial F}{\partial x} + \mathbf{S}\frac{\partial}{\partial u}\left(F\overline{\ddot{X}}\right) = 0,$$

$\mathbf{S}$ représentant la somme des termes analogues en X, Y, Z.

Conservation de la probabilité. — L'équation (7) exprime que $\rho(x, y, z, t)$ est un multiplicateur du système différentiel

$$(10)\qquad \frac{dt}{1} = \frac{dx}{\overline{\dot{X}}} = \frac{dy}{\overline{\dot{Y}}} = \frac{dz}{\overline{\dot{Z}}}.$$

Il en résulte, d'après un théorème de Poincaré, que

$$(11)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\rho(x, y, z, t)\,dx\,dy\,dz$$

est un invariant intégral. De même il résulte de (9) que

$$(12)\qquad \int_{-\infty}^{+\infty}\cdots\int_{-\infty}^{+\infty}F(x, y, z, u, v, w, t)\,dx\,dy\,dz\,du\,dv\,dw$$

est également un invariant intégral. On voit que les équations aux d. p. ci-dessus n'expriment pas autre chose que la *conservation de la probabilité*.

Application aux fonctions aléatoires stationnaires. — Considérons la f. de d. $\rho(x, t)$. Si le champ de X/t est stationnaire, $\partial\rho/\partial t = 0$. Dans le cas où les régressions de X et $\dot{X}$ sont linéaires, on trouve, comme solution de (4) et de (5) pour $\rho(x)$, une loi de Gauss

$$(13)\qquad \rho(x) = C\,e^{-\frac{x^2}{2\overline{X^2}}}.$$

Application à la théorie cinétique des gaz. — Dans la théorie cinétique, on admet que les molécules sont soumises à un champ de force dérivant d'un potentiel U(X), et à des forces aléatoires Z dues aux chocs. La mécanique aléatoire d'une telle molécule s'exprimera par l'équation

$$(14)\qquad \ddot{X} = -\frac{\partial U}{\partial X} + Z.$$

Si l'on admet que Z est indépendant en moyenne de la position et de la vitesse, c'est-à-dire que $\overline{Z} = 0$, l'intégrale générale de (6) pour le cas stationnaire ($\partial F/\partial t = 0$) est de la forme

$$(15)\qquad F(x, u) = F\left[\frac{1}{2}u^2 + U(x)\right].$$

Si l'on admet de plus que X et $\dot{X}$ sont stochastiquement indépendants (ce qui se démontre d'autre part quand le coefficient de corrélation entre X/t_1 au moment t_1, et X/t_2 au moment t_2 ne dépend que de l'intervalle $t_2 - t_1$), on retrouve la loi de Maxwell

$$(16)\qquad F(x, u) = C\,e^{-K\left[\frac{1}{2}u^2 + U(x)\right]}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'opalescence critique des complexes liquides.* Note [1] de MM. **P. Mondain-Monval** et **J. Quiquerez**.

En règle générale, les mélanges liquides binaires ou ternaires présentent dans la zone homogène, au voisinage immédiat de la courbe de trouble et plus particulièrement du point critique, le phénomène remarquable de l'*opalescence critique*. Ces mélanges, parfaitement transparents à la lumière transmise, montrent par réflexion une teinte opaline, généralement bleutée ou verdâtre, les radiations lumineuses ainsi diffusées étant polarisées, comme le sont celles émises dans les mêmes conditions par les solutions colloïdales. Plusieurs points de la théorie de ce phénomène sont encore obscurs, en particulier ceux qui ont trait à son intensité. Certains mélanges, en effet, ne révèlent aucune opalescence dans la région critique, d'autres, au contraire, une opalescence considérable. La présente Note fournit sur ce point une solution expérimentale satisfaisante.

Au cours de nos recherches sur la séparation en deux couches [2], nous avons été amenés à étudier systématiquement les propriétés physiques de nombreux systèmes ternaires hétérogènes et à reconnaître le fait suivant, appuyé par d'abondantes données expérimentales, qui met en évidence une intéressante relation entre l'indice de réfraction et l'opalescence critique :

Les systèmes dont les constituants liquides sont dotés d'indices de réfraction très voisins ne montrent pas le phénomène de l'opalescence critique. Si les indices de ces constituants présentent un léger écart, l'opalescence se manifeste avec une faible intensité dans une zone très étroite et très voisine du point critique. Si les écarts d'indices deviennent notables, la zone d'opalescence s'élargit et surtout s'étend de plus en plus le long de la courbe de trouble. En outre, l'intensité de l'opalescence augmente dans le même sens que l'écart des indices.

Pour aboutir à ces conclusions, nous avons effectué une série d'essais qui ont porté sur plus de cinquante ternaires partiellement miscibles. Pour chaque ternaire, on déterminait tout d'abord, à 25°, par la méthode des points de trouble, la totalité ou la plus grande partie de la courbe de démixtion. On préparait ensuite, à cette même

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) P. Mondain-Monval et J. Quiquerez, *Atti del X Congresso internazionale di Chimica*, Roma, **2**, 1938, p. 357; J. Quiquerez, *Thèses*, 1938, Mulhouse).

température, un certain nombre de mélanges homogènes, mais très voisins de cette courbe, à proximité du point critique. On abaissait lentement la température et l'examen très attentif du mélange permettait de se rendre compte avec certitude si la démixtion était, ou non, précédée de l'apparition d'opalescence.

Bien que le phénomène d'opalescence soit tout à fait général, nous avons pu cependant observer une quinzaine de ternaires *sans opalescence*, ainsi que deux binaires.

Il résulte de l'ensemble de nos recherches, dont le détail sera donné ailleurs, que, lorsque l'écart des indices des constituants est de l'ordre de deux ou trois unités de la seconde décimale, l'opalescence critique apparaît à l'observateur comme *rigoureusement nulle*. C'est le cas, entre autres, des ternaires *eau-alcool éth.-n-pentane* ($\Delta i = 0,0304$); *eau-oxyde d'éthyle-acétone* ($\Delta i = 0,0283$); *anhydride acétique-n-hexane-acétone* ($\Delta i = 0,0306$). Lorsque cet écart dépasse quatre unités de la seconde décimale, l'opalescence commence à se manifester dans une zone très étroite de concentration, voisine du point critique, et gagne ensuite en intensité et en étendue avec l'accroissement de cet écart. Elle finit même pour des écarts d'indices considérables, (ternaire *eau-alcool éthylique-sulfure de carbone* $\Delta i = 0,2988$) par border la courbe de démixtion dans la totalité de son étendue.

Le grand nombre de ternaires que nous avons été amenés à étudier nous permet d'autre part de conclure que ce ne sont *ni la présence de tel ou tel constituant, ni la fonction chimique qui motivent l'apparition ou la disparition de l'opalescence critique*. En revanche, nous avons pu, en nous basant *a priori* sur le principe des indices que nous avons énoncé, prévoir une dizaine de ternaires comme totalement dépourvus de toute opalescence, ce que l'expérience a régulièrement confirmé, dans chaque cas, sans aucune exception.

L'opalescence critique ne se manifeste donc pas dans les mélanges où l'écart maximum entre les indices des constituants est faible (inférieur à quatre unités de la seconde décimale). Toutefois cette condition, si elle est suffisante, n'est pas absolument nécessaire. Nous avons pu montrer, en effet, que l'opalescence peut encore ne pas être observée pour des écarts plus importants entre les indices des constituants du ternaire, à condition que le coefficient de partage soit tel que, même loin du point critique, les indices de réfraction des couches conjuguées soient extrêmement voisins, ce qui généralise encore le principe que nous avons formulé.

La relation que nous venons de signaler entre les indices de réfraction des couches conjuguées et l'opalescence critique s'accommode bien de la théorie qui identifie les mélanges opalescents à une émulsion colloïdale de sphérules infiniment petits. On conçoit en effet qu'un semblable complexe, à haut degré de dispersion, puisse paraître *optiquement* homogène si les particules dispersées ont même indice que le milieu de dispersion.

Le système n'en demeure pas moins hétérogène en réalité, comme peut l'accuser, entre autres, une augmentation de la viscosité. L'apparition, dans un complexe liquide, de l'opalescence critique constitue donc une simple manifestation visuelle de l'existence d'un système à allure colloïdale au voisinage du point critique de dissolution. Pour que cette manifestation visuelle soit observable, il suffit que les indices de réfraction des couches soient sensiblement différents. Il résulte de cette dernière condition que l'absence d'opalescence n'implique aucunement l'inexistence d'un système colloïdal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la tension interfaciale sur la grosseur du grain de solidification des alliages métalliques.* Note [1] de M. **Paul Bastien**, présentée par M. Léon Guillet.

La grosseur du grain de solidification des métaux est susceptible de varier dans d'assez larges limites pour des modifications en apparence peu importantes des facteurs physiques et physicochimiques dont dépend la solidification. Si l'on maintient constants les facteurs agissant sur la grosseur de la cristallisation des métaux bruts de coulée sauf la teneur en éléments d'addition, on constate fréquemment que l'incorporation, même pour de très faibles concentrations, de certains éléments provoque une diminution sensible de la grosseur du grain. Dans certains cas, on a pu expliquer cet affinage par l'existence dans l'alliage d'une tranformation péritectique se produisant au cours de la solidification [2], mais, dans les nombreux cas où l'on ne peut faire appel à l'existence d'une telle réaction, on attribue généralement, et sans preuve directe, cet affinage à la formation dans le liquide de suspensions jouant le rôle d'amorces de cristallisation.

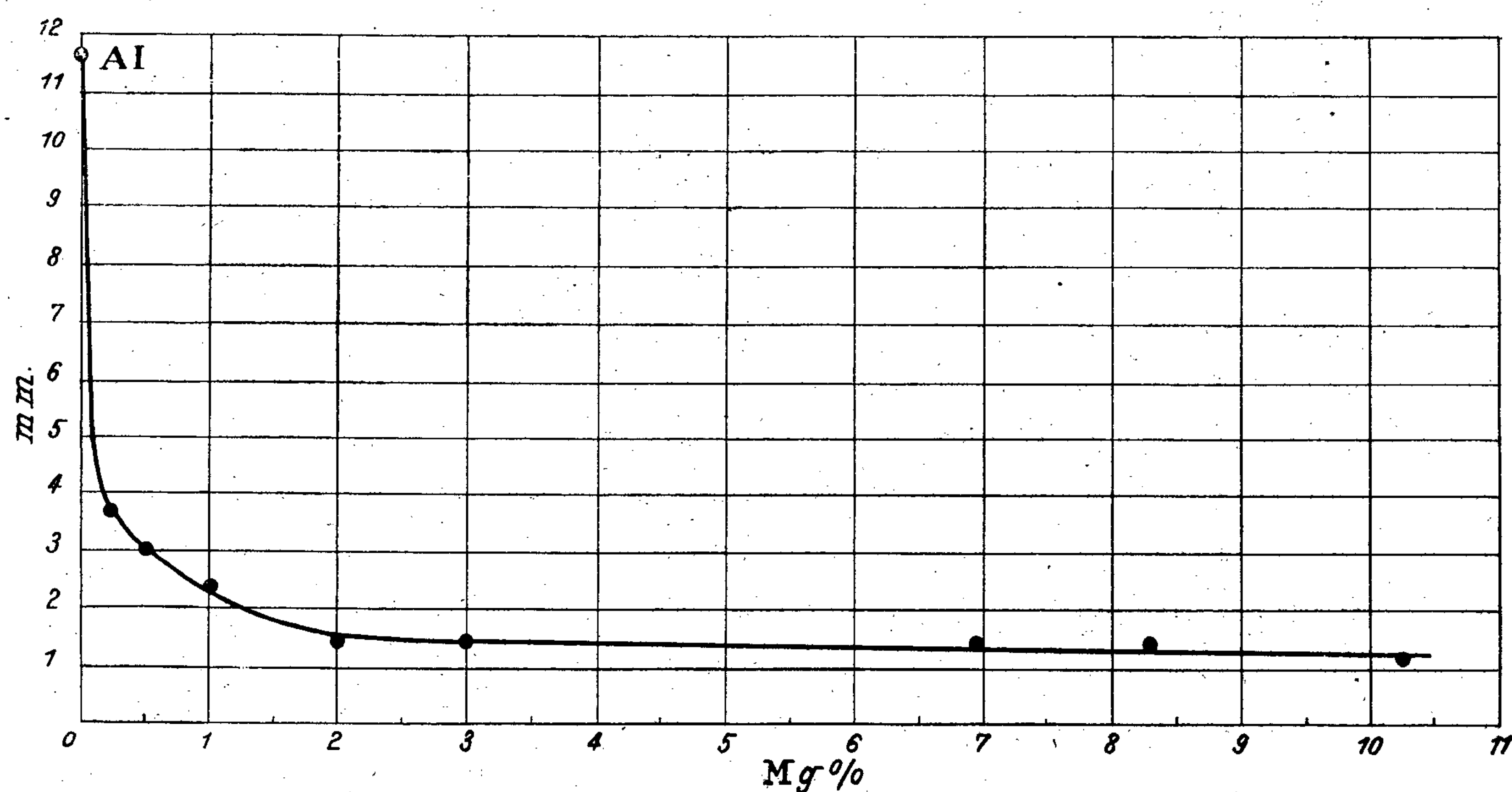
Nous nous sommes proposé d'étudier l'influence, sur la grosseur de la cristallisation d'un aluminium à 99,998 %, d'additions progressives de magnésium. En prenant toutes précautions utiles pour que la fusion et la solidification de tous les alliages s'effectuent dans des conditions iden-

---

(1) Séance du 5 février 1940.

(2) Travaux de K. Iwasé, J. Asato et N. Nasu (*Sc. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, p. 653, Prof. Honda anniv. vol., 1936) poursuivis par H. Nishimura et N. Kagiwada (*Suyokwai-Shi*, 9, 95-98, 1936).

tiques, nous avons trouvé (voir la figure) que le magnésium a une action marquée sur la grosseur du grain de coulée de l'aluminium pur. De même nous avons constaté que de petites additions de fer ou de silicium affinent nettement ce grain. Les diagrammes binaires de l'aluminium avec le magnésium, le fer ou le silicium ne comportent pas de tranformation péritectique au voisinage de l'aluminium; de plus, comme l'ont montré J. Czochralski et J. Mikolajczyk ([3]), le degré de pureté de l'aluminium n'a



Variation des dimensions moyennes du grain de solidification des alliages aluminium-magnésium.

pas d'influence sur la vitesse de cristallisation de ce métal. Ces deux facteurs ne peuvent donc être invoqués ici.

La tension superficielle joue certainement un rôle important dans le développement des cristaux à partir du liquide, mais il n'existe pas actuellement de méthode satisfaisante pour déterminer la valeur de la tension interfaciale existant à la surface de séparation d'un cristal baignant dans le liquide qui lui donne naissance. Toutefois, ainsi que l'a fait remarquer C. Desch ([4]), il est frappant de constater que, lorsque les métaux liquides sont rangés dans l'ordre décroissant de leurs tensions superficielles, ce sont les métaux en tête de liste, tels que le cuivre et l'or, qui

([3]) *Wial. Inst. Metal. i Metalozna* (Varsovie), 3, 1936, p. 106-107.
([4]) *J. Inst. Metals*, **11**, 1914, p. 5; **22**, 1919, p. 241.

forment des dendrites à contours arrondis et des particules globulaires dans les alliages eutectiques, tandis que ceux possédant de faibles tensions superficielles, tels que l'antimoine, donnent des dendrites et des particules à angles aigus. Partant de cette remarque, nous avons déterminé la tension interfaciale d'un certain nombre des alliages précédemment étudiés au point de vue grosseur du grain, en employant la méthode des larges gouttes baignant dans la cryolithe fondue, déjà utilisée avec A. Portevin pour l'étude de la tension superficielle de l'aluminium non oxydé ([5]). Les valeurs des tensions interfaciales métal-cryolithe trouvées sont les suivantes :

		Al +					
	Al à 99,998 %.	2,07 Mg.	6,98 Mg.	0,1 Fe.	0,5 Fe.	0,1 Si.	0,5 Si.
A (dynes/cm)	168	40	31	77	70,5	83	77

L'aluminium très pur a donc une tension nettement supérieure à celle de l'aluminium renfermant du magnésium, du silicium ou du fer en solution. La cristallisation s'effectuant à partir de germes, on peut penser que la tension superficielle intervient pour s'opposer au grossissement de ces centres, dans les toutes premières phases de leur croissance, et ce d'autant plus énergiquement que cette tension sera plus élevée et que les rayons de courbure des nucléi seront plus petits. On conçoit donc que seuls peuvent se développer les germes pour lesquels la force de cristallisation l'emporte sur la force capillaire opposée : dans l'aluminium extra-pur, à tension superficielle élevée, le développement des germes est, toutes choses égales, moins aisé que dans l'aluminium renfermant du magnésium, du fer ou du silicium en solution et, comme, de plus, la vitesse de cristallisation n'est pas modifiée, ceci explique pourquoi le grain de coulée est particulièrement gros dans l'aluminium raffiné.

CHIMIE MINÉRALE. — *Application des mesures de tension superficielle à la détermination des combinaisons moléculaires du nitrate de glucinium et de certains nitrates alcalins.* Note de M. **Robert Chauvenet**, présentée par M. Marcel Delépine.

J'ai donné ([1]) quelques résultats obtenus par application de la méthode stalagmométrique à la détermination des combinaisons moléculaires

([5]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1072-1074; *Inst. British Foundrymen*, XXII[e] Conf. ann., 1936, 88-116.

([1]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 50-52.

susceptibles de se former en solution entre le nitrate de zinc et certains nitrates alcalins.

La même méthode, employée à la recherche des combinaisons se formant entre le nitrate de glucinium et les nitrates alcalins, a donné les résultats suivants :

[Les solutions employées sont 2N, sauf le nitrate de cæsium (0,53N) et le nitrate de rubidium (1,35N).]

Système $(NO^3)^2Gl—NO^3Na$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de { $(NO^3)^2Gl$, 82,53 dynes/cm. ; NO^3Na 61,79 » }

Mél. en vol.									
$(NO^3)^2Gl$..	30	28	25	24	22,5	20	17,5	15	12,5
NO^3Na.....	10	12	15	16	17,5	20	22,5	25	27,5
T trouvée....	83,16	83,40	83,57	83,66	83,96	83,94	83,65	81,19	78,47
calculée....	77,34	76,31	74,75	74,23	73,45	72,16	70,86	69,57	68,27
$T_t - T_c$......	5,82	7,09	8,82	9,43	10,51	11,78	12,79	11,62	10,20

Système $(NO^3)^2Gl—NO^3K$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de { $(NO^3)^2Gl$, 82,53 dynes/cm. ; NO^3K, 70,81 » }

Mélanges en volumes							
$(NO^3)^2Gl$	30	25	22,5	20	17,5	15	12,5
NO^3K	10	15	17,5	20	22,5	25	27,5
T trouvée	83,69	84,87	85,23	84,88	80,98	77,71	73,95
calculée.................	79,60	78,13	77,40	76,67	75,93	75,20	74,47
$T_t - T_c$	4,09	6,74	7,83	8,21	5,05	2,51	—0,52

Système $(NO^3)^2Gl—NO^3Rb$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 1,35N de { $(NO^3)^2Gl$, 81,28 dynes/cm. ; NO^3Rb, 82,23 » }

Mélanges en volumes							
$(NO^3)^2Gl$	30	25	24	22,5	20	17,5	15
NO^3Rb	10	15	16	17,5	20	22,5	25
T trouvée	82,79	82,94	82,99	82,72	82,28	82,99	83,73
calculée.................	81,51	81,05	81,66	81,70	81,75	81,70	81,87
$T_t - T_c$	1,38	0,58	1,33	1,02	0,53	1,11	1,86

Système $(NO^3)^2Gl—NO^3Cs$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 0,53N de { $(NO^3)^2Gl$, 81,16 dynes/cm. ; NO^3Cs, 80,85 » }

Mélanges en volumes						
$(NO^3)^2Gl$	30	25	22,5	20	17,5	15
NO^3Cs................	10	15	17,5	20	22,5	25
T trouvée..............	81,44	81,63	82,10	84,51	83,17	81,65
calculée...............	81,08	81,05	81,02	81,00	80,98	80,96
$T_t - T_c$	0,36	0,58	1,08	3,51	2,19	0,69

Système $(NO^3)^2Gl—NO^3NH^4$.

Tension superficielle, à 20°, de la solution 2N de NO^3NH^4, 81,37 dynes/cm.

Mél. en vol.									
$(NO^3)^2Gl$...	30	25	22,5	20	17,5	17	16	15	13
NO^3NH^4...	10	15	17,5	20	22,5	23	24	25	27
T trouvée....	81,33	83,12	83,91	85,00	85,44	85,49	87,28	84,93	84,38
calculée....	82,24	82,09	82,02	81,95	81,87	81,86	81,83	81,80	81,74
$T_t - T_c$......	−0,91	+1,03	1,89	3,05	3,57	3,63	5,45	3,13	2,64

Les graphiques construits en portant en ordonnées les écarts $T_t - T_c$ et en abscisse la composition des mélanges indiquent les points anguleux suivants : pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Na$, un maximum correspondant au mélange $7(NO^3)^2Gl-9NO^3Na$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3K$, un maximum également correspondant à $(NO^3)^2Gl-NO^3K$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Rb$, un minimum pour la composition $(NO^3)^2Gl-NO^3Rb$; pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3Cs$, un maximum pour $(NO^3)^2Gl-NO^3Cs$, et enfin pour le système $(NO^3)^2Gl-NO^3NH^4$, un maximum pour le mélange $2(NO^3)^2Gl-3NO^3NH^4$. Je ne crois pas utile de mentionner les résultats relatifs au système Gl-Li, attendu que les écarts sont presque nuls et n'indiquent clairement aucune combinaison.

Ces résultats sont, dans l'ensemble, en accord avec ceux qui sont indiqués par les courbes des chaleurs de mélange, des écarts entre les densités trouvées et calculées et les indices trouvés et calculés ([2]). Il n'a été possible d'isoler à l'état de pureté aucune de ces combinaisons.

GÉOLOGIE. — *Sur le Quaternaire de la Durance alpestre.* Note ([1]) de M. Franck Bourdier.

Le bassin de la Durance présente une partie alpestre jusqu'à Sisteron et une partie méridionale de Sisteron au Rhône; nous nous occuperons ici seulement de la partie alpestre ([2]).

Près de *Montdauphin* apparaissent, sur les flancs de la vallée, des *alluvions anciennes* qui se continuent jusqu'à *Embrun* où elles dominent la

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 194.

([1]) Séance du 5 février 1940.

([2]) On trouvera une bibliographie critique et un exposé des notions classiques sur le Quaternaire de la Durance dans M. Gignoux et L. Moret, *Travaux Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 21, 1938, p. 143.

Durance de 80m. Ces alluvions, bien litées, formées de galets sensiblement de même grosseur que les alluvions durانciennes actuelles, reposent sur des moraines argileuses. Cette superposition, très rarement observable, a été parfois mise en doute; je l'ai constatée, parfaitement nette, entre Embrun et Châteauroux, à la naissance du ravin de Pralong, au pied d'une cascade. Ces alluvions anciennes, profondément ravinées par la dernière glaciation, furent considérées, selon les auteurs, comme glaciaires, interglaciaires ou interstadiaires; elles n'ont fourni ni faune ni flore permettant de trancher la question; mais *elles se présentent, comme structure et comme position stratigraphique, exactement dans les mêmes conditions que les alluvions anciennes de la région de Chambéry, dont j'ai pu démontrer l'âge interglaciaire* (ces dernières m'ayant fourni des empreintes indiscutables de *Buxus sempervirens*, récemment déterminées par M. Depape et indiquant un climat au moins aussi chaud que le nôtre) (3).

En aval d'Embrun, les dépôts quaternaires les plus intéressants sont ceux de la *dépression gapençaise*, traversée au Quaternaire par une branche du glacier durancien qui, par Gap et le seuil de La Freyssinouse, pénétrait très avant dans la vallée du Petit-Buech. Près de Gap, E. Haug avait signalé des argiles et des tufs (?) qu'il qualifiait d'interstadiaires, bien que ceux-ci n'eussent fourni ni fossiles, ni anciens sols pouvant donner des indications climatiques; ces dépôts étaient censés recouverts par les moraines du *stade de la récurrence*, postérieur au maximum wurmien. Je n'ai pu retrouver l'affleurement décrit, peut-être disparu sous la végétation; mais la *récurrence* de Haug me semble aussi problématique que le prétendu Néowurmien créé par W. Kilian en Savoie et en Dauphiné.

Le *seuil de La Freyssinouse*, garni de moraines très fraîches (wurmiennes), est entaillé dans les *terres noires* jurassiques, recouvertes par des poudingues à gros galets bien roulés qui reposent sur des couches de gravier inclinées à 45°, dans lesquelles j'ai trouvé quelques cailloux striés et de petits blocs anguleux de roches cristallines. Nous avons

(3) Certains auteurs (récemment G. Denizot) ont conclu que nos alluvions durانciennes étaient glaciaires parce qu'elles avaient fourni, paraît-il, quelques très rares galets striés; pour expliquer ce fait, j'admettrais volontiers que la base des alluvions est formée par endroits, non de moraines argileuses, mais de dépôts glaciaires caillouteux, plus ou moins remaniés par l'ancienne Durance et difficiles à distinguer des alluvions fluviales, comme cela se produit en Dauphiné à la base des alluvions certainement interglaciaires de La Gache, près Chapareillan (Isère).

là très certainement un delta glacio-lacustre et au-dessus un cône de transition fluvio-glaciaire identiques à ceux du Dauphiné et non, comme l'indiquent les cartes géologiques, un delta interglaciaire juxtaposé à des poudingues pliocènes. Delta et poudingues sont colorés en jaune par les sels de fer; les moraines duranciennes du plateau de Corréo, qui les surmontent, semblent beaucoup plus *fraîches*, plus récentes; comme elles atteignent l'altitude 1100^m, la plupart des auteurs les ont rapportées, sans preuve formelle mais avec vraisemblance, à la plus grande des extensions glaciaires, le Riss; dans ce cas, les poudingues et le delta, d'aspect plus ancien, seraient attribuables au Mindel.

A partir de Veynes la vallée du Buech s'élargit en *deux bassins*, de *Veynes* et de *Laragne-Sisteron*, réunis par la cluse de Serre; la répartition des blocs erratiques m'a montré que nos deux branches glaciaires, venues du seuil de La Freyssinouse et de la vallée actuelle de la Durance, avaient dû remplir respectivement chaque bassin et envahir au moins en partie la vallée intermédiaire. Cette vallée du Buech présente *trois terrasses* apparemment fluvio-glaciaires : la basse terrasse, la haute terrasse, et la terrasse des poudingues des plateaux, qui sont séparées entre elles par des phénomènes d'érosion probablement interglaciaires; cette érosion fut surtout marquée après le dépôt des poudingues, puisque ceux-ci forment maintenant des plateaux après avoir été des fonds de vallées.

La *basse terrasse* se rattache dans le bassin de Laragne-Sisteron aux moraines internes (wurmiennes) du Poët.

La *haute terrasse* est intimement liée à des moraines en amont de Sisteron et, en aval, présente les mêmes caractéristiques que les terrasses rissiennes du Bas-Dauphiné et de la plaine lyonnaise.

Les *poudingues des plateaux*, identiques aux poudingues de La Freyssinouse, rapportés comme eux au Pliocène sur les cartes géologiques, sont aussi très certainement d'origine fluvio-glaciaire; en effet, en aval de Laragne, en face des poudingues du plateau au nord de Mison, j'ai retrouvé sur l'autre rive du Buech, à Châteauneuf-de-Chabre, des poudingues identiques et à la même altitude; ceux-ci reposent incontestablement sur des graviers irrégulièrement stratifiés et de la moraine argileuse à cailloux striés.

Penck avait également admis l'origine fluvio-glaciaire des poudingues des plateaux, qu'il datait du Mindel, en se basant seulement sur la pente de leur surface apparemment trop forte pour avoir été engendrée par un cours d'eau ordinaire; les observations stratigraphiques précédentes renforcent cet argument morphologique.

GÉOLOGIE. — *Sur la répartition des faciès du Trias en Algérie.* Note de MM. **Paul Fallot** et **Jacques Flandrin**, présentée par M. Charles Jacob.

Nous avons signalé [1] la présence de Muschelkalk marin à *Fucoïdes* dans la zone des Kabylies et souligné que ce Trias s'y trouve, sauf en un point d'interprétation douteuse, à l'exclusion de tout faciès lagunaire.

Inversement le Trias de la zone du Tell présente partout le faciès gypso-salin. La masse complexe des argiles bariolées à sel et à gypse, rendue plus confuse par les jeux du diapirisme, ne renferme que des paquets dolomitiques et calcaires très pauvres en fossiles. On y connaît depuis longtemps de rares pointements calcaires à *Dymyopsis intustriata* et le gisement célèbre du Dj. Chettaba à *Myophoria intermedia* et *Gervilleia Joleaudi*, formes de l'Anisien et du Ladinien d'Espagne. Récemment l'un de nous (J. F.) a découvert dans les calcaires, puissants de 150 à 200 mètres, de l'hôpital de Souk Ahras, un horizon à *Myophoria* du groupe de *M. vulgaris* et *Mytilus psilonoti*, qui évoque le Muschelkalk de Sardaigne et, à un moindre degré, celui d'Espagne. C'est là un faciès tout à fait différent de celui à *Fucoïdes* de Kabylie.

Hormis cet épisode marin, d'ailleurs suivi à Souk Ahras d'une puissante masse de cargneules rappelant celles du Keuper subbétique, tout le Trias connu dans la zone du Tell est gypso-salin. Il n'est pas encore possible de préciser si ce faciès d'évaporation a déjà régné au Werfénien. Le Keuper n'est non plus pas daté, et le Trias est figuré en bloc sous une même teinte dans les documents cartographiques.

Une opposition nette de faciès s'avère donc entre le Trias des Kabylies et celui des régions plus méridionales. *Elle se manifeste brusquement, sans transition.* Ce fait est à mettre en relation avec les synthèses tectoniques de M. Louis Glangeaud.

On sait qu'il a admis que la zone des Kabylies (zone I) s'appuie par contact anormal contre la zone du Tell (zone II), où la subsidence a longuement joué au Secondaire, et notamment au Crétacé. Une *Nappe du Flysch*, à matériel de Flysch crétacé (sous-zone I^d), est coincée entre ces deux unités. M. Glangeaud l'a définie dès le Sud du Cap Ténès. Avec MM. Bétier, Savornin, Dalloni et Flandrin, il l'a suivie jusqu'au méridien de Bouira; sans doute s'étend-elle plus à l'Est encore.

---

(1) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 146.

Or, si la Kabylie comporte du Muschelkalk à *Fucoïdes*, à l'exclusion du faciès lagunaire du Trias, ce dernier apparaît dès la *Nappe du Flysch* et n'y diffère pas de celui de la zone du Tell. Il est donc permis de penser que le plus important des accidents du Sud des Kabylies se place entre celle-ci et la *Nappe du Flysch*, qui paraît se relier génétiquement à la marge septentrionale du sillon tellien : une étude méthodique du Trias et de la répartition de ses faciès fournira d'utiles éléments d'appréciation quant au déplacement de la zone des Kabylies (sous-zone I^{abc}) vers celle du Tell.

Si le Trias à *Fucoïdes* n'est pas connu dans la chaîne Numidique, le Trias gypso-salin n'y existe nulle part. Il apparaît par contre brusquement dès les accidents tectoniques qui limitent au Sud le massif primaire et ses annexes. Il règne partout dans le *rentrant* entre Kabylie et Numidie. Sous réserve des résultats d'une étude méthodique de la bordure de la chaîne primaire, on peut penser que, sauf quant à la *Nappe du Flysch*, sans doute absente, les rapports de ce massif et de la zone tellienne seront de même nature que sur la transversale des Kabylies.

Conclusions. — 1° La zone des Kabylies a été paléogéographiquement individualisée dès le Trias. Après un régime continental d'une durée indéterminée, elle a subi, au moins partiellement, une transgression du Muschelkalk marin, qui y a déposé une série, apparentée à celle de la zone subbétique, et tout à fait différente de celle du Tell. La parenté dont il est question ne se réalise du reste qu'au Trias moyen. Le Werfénien avec marnes rouges à gypse et à ophites n'y existe pas. Sauf les cargneules de Tizi N'Kouilal, on ne retrouve pas non plus de ressemblance avec le Keuper subbétique. Les raisons de la localisation du Muschelkalk à *Fucoïdes* de Kabylie dans une zone Est-Ouest assez étroite ne sont pas encore éclaircies.

2° L'opposition de faciès entre la Kabylie et les régions situées plus au Sud corrobore les interprétations tectoniques actuelles.

3° Le Trias du Tell n'est connu qu'en gros. Les ophites y sont plus développées à l'Ouest qu'à l'Est. Rien ne permet encore de prévoir si, en Algérie comme en Espagne, elles y sont plus généralement associées au Werfénien. Les formations gypso-salines sont analogues à celles du Werfénien et du Keuper subbétiques, dont on sait que la distinction est si délicate. Les formations marines qui y apparaissent y sont plus souvent mécaniquement emballées qu'interstratifiées. Datées par des Myophories et des Gervillies communes à l'Algérie et à l'Espagne, elles évoquent une transgression médio-triasique, mais *sous des faciès assez différents de ceux de la zone subbétique*.

D'une manière générale du reste, les faciès lagunaires du Trias semblent avoir joué un plus grand rôle dans le temps et dans l'espace en Algérie qu'en Espagne, et leurs subdivisions ne sont pas précisées. Toutefois l'accroissement d'importance de la série marine médiotriasique de l'Ouest vers l'Est laisse entrevoir la possibilité de mieux préciser la stratigraphie de ce système. A cet effet, et pour fournir aux travaux futurs une base objective, il est à souhaiter que les cartes géologiques soulignent à l'avenir les distinctions lithologiques du Trias, distinctions peut-être moins confuses que l'on tend à admettre communément.

GÉOLOGIE. — *Tectonique d'écoulement du Crétacé rifain.* Note de M. **Jean Lacoste**, présentée par M. Charles Jacob.

Cette Note est destinée à préciser l'importance dans le Rif marocain de la tectonique d'écoulement du Crétacé, terrain dont j'ai déjà signalé ([1]) la plasticité et la mobilité.

Ces caractères ont été bien mis en évidence par des observations récentes, basées sur une stratigraphie précise et recueillie par un sondage profond (Bou Mimoun, près de Sidi-Slimane) ([2]). On sait ainsi avec certitude que, dans les zones marginales (Prérif), *le Crétacé repose, à environ* 2500^{m} *de profondeur*, sur le Miocène de l'avant-pays (Rharb); *il s'est déplacé vers l'extérieur en nappe de glissement, transportant avec lui toutes les séries supérieures*, d'où la difficulté de voir en surface les indices classiques des nappes, fenêtres ou lambeaux de recouvrements.

Ce résultat précise l'évolution des connaissances sur le problème tectonique de ces régions et résout, en somme, ce que M. Despujols a appelé *l'énigme du Rharb*. Aux empilements de longues nappes venues de la Méditerranée, s'était substituée, avec M. Daguin, l'hypothèse d'une nappe formée de Trias et de Nummulitique et, pour M. Bourcart, celle d'un Nummulitique décollé, déplacé vers l'extérieur de la chaîne. Puis, une réduction très notable des mouvements horizontaux ayant été envisagée, tant dans les ondes marginales par P. Termier ([3]) que dans les zones internées par M. P. Fallot ([4]), la découverte d'un Crétacé très épais, méconnu jusqu'alors, et dans lequel *s'enracinent les grands synclinaux nummulitiques,* me paraissait s'accorder

([1]) *C. R. som. S. G. F.*, 1938, p. 137-139.

([2]) *Comptes rendus*, **207**, 1939, p. 226-227. Sondage effectué par le Bureau de Recherches et Participations minières du Protectorat.

([3]) *Bull. Soc. Géol. France*, **28**, p. 1928, p. 7-17.

([4]) *Bull. Soc. Géol. France*, **30**, 1930, p. 659-735.

avec ces vues, comme un argument important en faveur de séries relativement plus autochtones. Nos connaissances ont progressé depuis.

La description, par M. Fallot ([5]), dans le Rif septentrional, des styles de déplacements tangentiels, se relie logiquement avec ce que l'on sait de la tectoniqne du Rif externe.

En effet, dans le Prérif, on constate maintenant que le Crétacé n'est pas seulement affecté de glissements, refoulements et décollements très accusés ([6]), mais que, dans les zones de bordure, il se déplace tectoniquement d'une manière indépendante ([7]).

La question se pose alors *du niveau où est intervenue la séparation*. La masse crétacée décollée, traversée par les sondages et reposant sur l'avant-pays, est homogène et constituée par des marnes à Foraminifères du Crétacé moyen et supérieur, très plissées et froissées dans le détail. Une séparation paraît donc s'être produite *entre les horizons marno-calcaires vraconniens à Mortoniceras inflatum* (dernier niveau d'Ammonites connu) *et les sédiments plastiques marneux et argilo-vaseux néocrétacés. Le changement considérable des caractères de sédimentation* que j'ai observé à ce niveau ([8]) *a ainsi probablement préparé la séparation tectonique*.

Par suite des poussées d'ensemble, le sillon ou avant-fosse prérifaine s'est alors vidé de son contenu, et les marnes néocrétacées se sont écoulées ([9]) vers l'avant-pays abaissé, en entraînant, avec des copeaux provenant des séries inférieures, leur revêtement tertiaire jusqu'à l'Helvétien inférieur compris; ce revêtement restant en position *normale*.

L'ensemble de cette série décollée est évidemment débité en écailles, dont les plans de chevauchement se montrent très *redressés en surface* et jusqu'à une profondeur d'au moins 1000^m, mais s'infléchissent ensuite

---

([5]) *Essai sur la Géologie du Rif septentrional* (*Science, Mines et Carte Géologique du Maroc*. Mémoire n° 40, 1937).

([6]) *Congrès mondial du Pétrole*, Paris, 1937 (Vigier, Lassauzé, Lacoste, p. 197, et Bruderer, p. 447).

([7]) Depuis 1933-1934, on connaissait, par le sondage d'El Hajer, le chevauchement, à 906^m de profondeur, du Miocène de l'enveloppe du Dj. Tselfat par le Crétacé marneux. Avec raison M. Bruderer supposa que le chevauchement était plus important, ce que confirma le sondage de Gueddara (1937). En 1938, le sondage de Bou Mimoun, par sa position *dans l'avant-pays*, élargit le problème et révèle toute l'indépendance tectonique prise par le Crétacé de bordure du Rif.

([8]) *Recherches géologiques dans le Rif méridional*, 1934. *Thèse de Sciences*, Paris, p. 287-309.

([9]) *C. R. som. S. G. F.*, 1938, p. 137-139.

(plans de fuite analogue aux surfaces listriques de E. Suess ([10]), pour rejoindre, 2500^{m} et plus, le plan de *discontinuité* tectonique d'où sont issus des klippes de rabotage et des corps diapirs. Ainsi se précise l'analogie signalée ([11]) avec la discontinuité de base des couches de Cornu dans le décollement sub-carpathique.

Des phénomènes tectoniques semblables ont dû se produire pour les marnes du Jurassique et du Crétacé de la série schisteuse *interne*, provenant du sillon rifain, et qui, à la schistosité près, sont des sédiments de même type que les marnes crétacées prérifaines ([12]).

Les faits indiqués quant au Crétacé marginal permettent de mieux concevoir les effets produits par les mêmes pressions sur les autres horizons à grande plasticité, ceux à gypse, anhydrite et sel du Trias et Lias inférieur, qui ont facilité ([13]) aussi les phénomènes de glissement et de *séparation tectonique*. Le refoulement de la série sédimentaire vers la périphérie de la chaîne s'accompagne donc de ces *deux dysharmonies structurales principales*.

Dans cette tectonique d'écoulement réalisée par la présence de deux masses plastiques (Trias et Crétacé), la série jurassique calcaire intermédiaire, restant probablement solidaire du Trias, a alors été affectée par tous les phénomènes déjà décrits d'étirements ([14]), *de fractures, d'arrachements, avec déracinements plus ou moins réalisés des noyaux calcaires. Ceux-ci, rendus plus ou moins indépendants, se joignent, ainsi que des lames salifères triasiques, à la nappe de glissement crétacée.*

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L'action de l'hormone mâle sur la cellule végétale et la notion de la sensibilité cellulaire à l'action des hormones sexuelles.* Note ([1]) de M. **Philippe Joyet-Lavergne**, transmise par M. Arsène d'Arsonval.

1. *Action de l'hormone mâle à faibles doses.* — On sait que le propionate de testostérone, agissant à faibles doses sur la cellule animale vivante, élève le pouvoir d'oxydation intracellulaire ([2]). L'action de solutions analogues

([10]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1081.
([11]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 945.
([12]) *Recherches géologiques dans le Rif méridional*, p. 435.
([13]) *Ibid.*, p. 576.
([14]) *Ibid.*, p. 628.

([1]) Séance du 5 février 1940.
([2]) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, **129**, 1938, p. 916.

sur la cellule végétale est bien moins nette. Sur un fragment d'épiderme de feuille d'Iris, pris dans une région dépourvue de chlorophylle, une solution de propionate de testostérone à 1/300000e agissant 15 minutes élève légèrement le pouvoir oxydant intracellulaire. Cette action se manifeste par l'oxydation un peu plus rapide et un peu plus intense du leucodérivé du bleu de crésyl qui a pénétré dans la cellule testostéronisée. Une solution de propionate de testostérone à 1/200000e agissant 8 minutes donne un résultat analogue avec le leucodérivé du violet de crésyl. Les essais qui ont été réalisés avec des solutions plus concentrées ou agissant avec une durée de temps plus longue n'ont apporté aucun résultat net. D'autres types cellulaires sont parfois un peu plus favorables. Une solution de propionate de testostérone à 1/80000e, agissant 15 minutes, élève le pouvoir oxydant des cellules du filet de l'étamine chez la Gypsophile; son action sur les cellules de l'ovule est très irrégulière. Les expériences ont été faites avec le leucodérivé du violet de crésyl. L'action des solutions de propionate de testostérone à faibles doses sur les cellules végétales est analogue à celle que l'hormone exerce sur la cellule animale [1], mais elle est plus faible et de plus courte durée. Nous n'avons pu déterminer la teneur de solutions qui donneraient sur les tissus végétaux une augmentation du pouvoir oxydant intracellulaire du même ordre de grandeur que celui qui se manifeste dans le cas de la cellule animale.

2. *Action de l'hormone à fortes doses.* — Ici l'action du propionate de testostérone sur la cellule végétale est plus nette. Il y a diminution du pouvoir oxydant intracellulaire et cette diminution est d'un ordre de grandeur analogue à celui qui est obtenu dans l'action des solutions de propionate à fortes doses sur la cellule animale. Si l'on fait agir l'une des trois solutions suivantes : propionate de testostérone à 1/2000e ou propionate à 1/20000e ou encore propionate à 1/40000e sur la cellule d'épiderme de feuille d'Iris pendant une durée de temps de 30 minutes à 2 heures, on obtient, dans ces divers cas, une diminution nette du pouvoir d'oxydation, comme on peut le constater par l'action qu'exerce le cytoplasme de la cellule testostéronisée soit sur le leucodérivé de la phénosafranine, soit sur le leucodérivé du bleu de crésyl, soit sur le leucodérivé du bleu de toluidine. L'action d'une solution de propionate de testostérone à 1/4000e pendant une heure sur les cellules du filet ou des parois de l'anthère chez la gypsophile entraîne une diminution nette du pouvoir d'oxydation intracellulaire. Cette diminution apparaît dans l'action qu'exercent les cellules testostéronisées sur

l'oxydation du leucodérivé du violet de crésyl. Dans des conditions analogues, l'action sur les cellules de l'ovule de gypsophile est moins nette. Les solutions de propionate de testostérone à fortes doses ont sur les cellules végétales une action analogue à celle excercée sur la cellule animale (3), mais cette action est de plus courte durée.

La différence qui existe entre les cellules animales et végétales au point de vue de leur sensibilité à l'action de l'hormone femelle (4) apparaît encore plus marquée en ce qui concerne l'action de l'hormone mâle. Les cellules végétales sont nettement moins sensibles que les cellules animales à l'action du propionate de testostérone.

3. *Notion de la sensibilité cellulaire à l'action des hormones sexuelles.* — La différence de sensibilité dans le comportement des cellules vis-à-vis des hormones sexuelles mâle et femelle permet d'interpréter divers effets de ces hormones sur l'organisme. Les résultats cytologiques obtenus (5) montrent que l'action de l'hormone sexuelle sur le pouvoir oxydant intracellulaire présente un caractère général. Le sens de cette action dépend de la concentration de l'hormone dans le milieu qui baigne la cellule. Dans des limites de concentrations qui varient suivant le type cellulaire touché, cette modification du pouvoir oxydant est capable de provoquer une polarisation sexuelle nouvelle des cellules. C'est l'effet de cette polarisation nouvelle qui se manifeste, dans les expériences d'injections d'hormones, par la modification des caractères sexuels de l'organisme traité. Par suite de la sensibilité particulière à chaque type cellulaire, la limite inférieure de la dose d'hormone capable d'entraîner la polarisation nouvelle varie suivant les tissus. On comprend alors que les seuils de réaction des caractères sexuels secondaires présentent des valeurs qui diffèrent non seulement suivant les organismes et suivant les organes, mais, dans un organisme, suivant les tissus, ainsi que le montrent les résultats des auteurs qui ont introduit dans la science des hormones sexuelles la notion de seuil.

---

(3) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 1166.
(4) Ph. Joyet-Lavergne, *C. R. Soc. Biol.*, **131**, 1939, p. 177.
(5) Ph. Joyet-Lavergne, publications citées plus haut et *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1130; *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 962.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Relations entre la fonction chimique de quelques composés organiques et leur toxicité sélective pour les plantules de Phanérogames.* Note de M. **Charles Chabrolin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

J'ai abordé l'étude méthodique des relations entre la fonction chimique des composés organiques et leur toxicité pour les plantules de diverses phanérogames. Seuls ont été utilisés des produits solubles ou émulsionnables dans l'eau. Solutions ou émulsions ont été pulvérisées avec un pulvérisateur à main à pression préalable (2^{kg}) modifié à cet effet, à raison de 200^{cm^3} pour une parcelle d'essai de 1^{m^2}. Cette quantité de liquide permet de mouiller régulièrement toute la surface des feuilles des plantules de 1 mois et demi environ.

1. *Toxicité comparée de diverses fonctions chimiques pour* Raphanus raphanistrum. — Les carbures benzéniques [benzène C^6H^6, toluène $C^6H^5CH^3$, xylène $C^6H^4(CH^3)^2$] sont peu toxiques. En émulsion à 4 °/₀, ils brûlent seulement le bord des feuilles.

Les mélanges de carbures d'hydrogène acycliques des pétroles ou du gaz-oil sont moins toxiques que ceux de carbures d'hydrogènes cycliques des huiles d'anthracène. Il faut employer les premiers à 10 % et les seconds à 6 % pour tuer les plantules.

Les monophénols sont beaucoup plus toxiques que les carbures correspondants et leur toxicité est la même que leur fonction phénolique, qu'elle soit libre ou combinée à de la soude. Les plantules sont tuées par une solution de phénate de soude (C^6H^5ONa) à 6 %, d'orthocrésolate de soude à 5 % $\left[C^6H^4\begin{matrix}\diagup ONa & (1)\\ \diagdown CH^3 & (2)\end{matrix}\right]$ et de paracrésolate de soude à 4 % $\left[C^6H^4\begin{matrix}\diagup ONa & (1)\\ \diagdown CH^3 & (4)\end{matrix}\right]$. Le dérivé méta semble se rapprocher du para.

Le thymol $\left[C^6H^3\begin{matrix}\diagup OH & (1)\\ -CH^3 & (3)\\ \diagdown C^3H^7 & (6)\end{matrix}\right]$ agit comme le paracrésol et le naphtol $\beta(C^{10}H^7OH)$ est légèrement plus efficace (tous deux en solution sodique).

Les dérivés chlorés sont à leur tour plus toxiques que les phénols correspondants. Pour les monochlorophénols $\left(C^6H^4\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown Cl\end{matrix}\right)$ on constate encore, comme pour les crésols, que le dérivé ortho est moins toxique que le dérivé para. Les doses mortelles, en solution sodique, sont respectivement 4 et 3 %.

De même, le parachlorométacrésol $\left[C^6H^3\begin{matrix}\diagup OH\ (1)\\ -CH^3\ (3)\\ \diagdown Cl\ \ (4)\end{matrix}\right]$ est plus toxique que le métacrésol. La dose mortelle diminue encore si le nombre d'atomes de chlore augmente; elle est de 2,5 % pour le trichlorophénate de soude $\left(C^6H^2\begin{matrix}\diagup ONa\\ \diagdown Cl^3\end{matrix}\right)$ et de 1,5 % pour le pentachlorophénate de soude $\left(C^6\begin{matrix}\diagup ONa\\ \diagdown Cl^5\end{matrix}\right)$ qui fut le plus toxique des composés étudiés.

Les dérivés nitrés ne jouissent pas de la même propriété. Une solution de trinitrophénate de soude à 4 % $\left[C^6H^2\begin{matrix}\diagup ONa\\ \diagdown (NO^2)^3\end{matrix}\right]$ occasionne seulement de légères brûlures.

Les diphénols (résorcine, hydroquinone et pyrocatéchine) ou leurs dérivés $\left(\text{gaïacol, } C^6H^4\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OCH^3\end{matrix}\right)$ et les triphénols (pyrogallol) sont beaucoup moins toxiques que les monophénols.

2. *Toxicité sélective des phénols, des crésols et de leurs dérivés chlorés.* — Aux doses suffisantes pour tuer des plantules de *Raphanus raphanistrum*, ces composés n'agissent que par contact. Ils ne réalisent pas un empoisonnement durable du sol comme le fait le chlorate de soude.

Les plantules de blé ou d'avoine de 1 mois et demi (4 à 5 feuilles) ont leurs feuilles plus ou moins complètement brûlées, mais leur bourgeon terminal reste intact et elles ne sont que passagèrement gênées dans leur développement. La dose mortelle est environ le double de celle qui tue les plantules de *Raphanus*.

Les doses mortelles pour les plantules de *Raphanus raphanistrum*, *Papaver rhœas*, *Chrysanthemum coronarium*, *Fumaria agraria*, ne sont pas les mêmes. Ces espèces sont classées dans l'ordre croissant de résistance. *Papaver rhœas*, qui résiste à des solutions d'acide sulfurique à 10 %, est par contre très sensible aux phénols et à leurs dérivés chlorés. *Lathyrus ochrus* résiste particulièrement bien aux chlorophénols.

Bien qu'à peine commencée, l'étude méthodique des composés organiques a permis de mettre en évidence la toxicité sélective des monophénols et de leurs dérivés chlorés. Le plus efficace des composés étudiés, le pentachlorophénate de soude, employé à des doses correspondant à 20^{kg} par hectare, tue les plantules d'un certain nombre de dicotylédones annuelles, alors qu'il endommage peu les plantules de céréales de même âge.

CHIMIE AGRICOLE. — *Fixation de l'ion* NH^4 *par les colloïdes argileux des sols sous forme non échangeable.* Note de M. **Raymond Chaminade**, présentée par M. Maurice Javillier.

Nous avons montré (¹) que l'ion potassium est susceptible de passer dans les sols sous une forme non échangeable, c'est-à-dire non déplaçable par d'autres cations; nous avons désigné ce phénomène sous le nom de *rétrogradation du potassium*; dans la présente Note nous rapporterons les observations effectuées sur un phénomène de même ordre présenté par l'ion ammonium.

I. *Rétrogradation de l'ammonium dans les sols.* — 1° Dix sols de natures différentes ont été placés au contact de solutions de chlorure d'ammonium et maintenus pendant deux semaines à la température de 0° pour éviter toute action microbienne. Au bout de ce temps, l'ammonium échangeable a été déplacé par lessivage du sol par une solution normale de chlorure de potassium. La quantité retrouvée à l'état échangeable a été, dans tous les cas, inférieure à la quantité ajoutée, la différence entre ces deux quantités étant de 2,7 à 2,5 % de la quantité ajoutée.

2° Des essais analogues ont été réalisés sur la fraction colloïdale minérale d'un sol. Des échantillons de 50^{cm^3} de colloïde dispersé correspondant à $5^g,66$ de matière sèche ont été placés au contact de chlorure d'ammonium à des doses correspondant respectivement à $0^{mg},516$ et $1^{mg},03$ d'azote. Les échantillons ont été ensuite stérilisés à l'autoclave et l'ammonium échangeable dosé par déplacement au chlorure de calcium en solution normale.

Voici les résultats, exprimés en milligrammes d'azote par échantillon :

	Quantité retrouvée	
Quantité ajoutée.	après deux semaines.	après six mois.
0,516	0,476	0,350
1,03	0,798	0,794

On voit que la rétrogradation s'est élevée à 32 % de la quantité ajoutée dans le premier cas et à 23 % dans le second.

II. *Libération de l'ammonium rétrogradé.* — La rétrogradation de l'ammonium peut s'expliquer par la pénétration des ions NH^4 à l'intérieur

(¹) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 682.

du réseau cristallin qui constitue les micelles des colloïdes minéraux du sol.

Cette hypothèse est confirmée par le fait que l'ammonium rétrogradé est libéré soit par dissolution fluorhydrique des colloïdes, soit simplement à la suite d'un broyage énergique qui, en brisant les cristaux constituant les micelles des colloïdes, fait apparaître les surfaces internes sur lesquelles les ions NH^4 rétrogradés se trouvaient fixés.

Les expériences suivantes mettent ces faits en évidence :

1° *Dissolution des colloïdes par attaque fluorhydrique.* — La suspension argileuse utilisée pour les essais de rétrogradation renfermait $6^{mg},93$ d'azote à l'état d'ammonium échangeable pour 100^g de matière sèche. Après dissolution de cette suspension par attaque fluorhydrique, la quantité d'azote ammoniacal dosée s'est élevée à $44^{mg},96$.

2° *Action du broyage sur les colloïdes minéraux.* — Un sol de limon présentant une teneur en ammonium échangeable correspondant à $0^{mg},310$ d'azote pour 100^g de sol a vu cette teneur s'élever à $6^{mg},5$ après 20 heures de broyage au broyeur à boulets.

D'autre part, un sol identique au précédent, mais recevant depuis 7 ans des sels ammoniacaux, présentait une teneur en ammonium échangeable correspondant à $1^{mg},7$ d'azote pour 100^g de sol. Après 20 heures de broyage, cette teneur s'est élevée à $8^{mg},9$.

Ainsi un broyage effectué pendant le même temps et dans les mêmes conditions a libéré une quantité d'ammonium échangeable correspondant, dans le premier cas à $6^{mg},19$ d'azote et dans le second cas à $7^{mg},2$. La différence entre ces deux chiffres provient du stockage par le second sol, à la suite d'apport d'engrais ammoniacaux, d'une certaine quantité d'azote sous forme d'ammonium non échangeable.

III. *Conséquences de la rétrogradation de l'ammonium.* — Les sols naturels renferment sous forme d'ammonium non échangeable des quantités importantes d'azote. Cet azote échappe aux méthodes de dosage de l'ammonium échangeable qui consistent à lessiver le sol par des solutions neutres ([2]).

([2]) CARSTEN OLSEN (*C. R. Lab. Carlsberg*, **17**, XV, 1929, p. 1 à 20) propose de doser l'azote ammoniacal dans les sols en lessivant ceux-ci par une solution normale de KCl amenée à pH 1 par HCl. La quantité obtenue dans ces conditions est supérieure à celle dosée par déplacement avec une solution neutre de KCl, car l'attaque des colloïdes minéraux par la solution acide libère une partie de NH^4 non échangeable.

La quantité d'azote ainsi stockée par les sols est très supérieure à la dose d'azote existant sous forme d'ammonium échangeable.

Dans l'exemple cité plus haut, la quantité d'azote ammoniacal libéré par broyage s'est élevée à une dose qui correspondrait à environ 270^{kg} d'azote à l'hectare pour la couche arable. Étant non échangeable, c'est-à-dire ne pouvant passer en solution, cet azote ammoniacal ne peut participer ni à la nutrition des végétaux ni aux transformations biologiques, notamment à la nitrification. Il se trouve ainsi sous une forme pratiquement inerte.

ZOOLOGIE. — *Observations sur la biologie de* Lysmata seticaudata *Risso.* Note (1) de Mme **Louise Nouvel**, présentée par M. Charles Pérez.

Rappelons tout d'abord que *Lysmata seticaudata* Risso (Crevettes rouges du Midi, très recherchées comme appât) est un Crustacé Décapode (Natantia) appartenant à la famille des *Hyppolytidæ* et dont une singularité est d'être hermaphrodite. Spitschakoff (1912) (2) a montré que ces Crevettes sont hermaphrodites protandres : les testicules se développent pendant les deux premières années, puis régressent en raison inverse de l'accroissement des ovaires qui se produit au cours des 3e et 4e années.

Depuis l'intéressant travail de Spitschakoff, aucune donnée nouvelle n'est venue augmenter ou préciser les connaissances acquises sur le cycle sexuel de cette espèce. Aussi je crois utile de consigner ici quelques observations que j'avais faites d'abord accessoirement, puis que je me suis efforcée de préciser lorsque j'ai entrevu l'intérêt qui s'y attachait. En effet, dès que l'on a pris connaissance de la biologie de ces animaux, on est conduit à se demander si, lors du passage de la phase mâle à la phase femelle, l'autofécondation ne précède pas la fécondation croisée. Spitschakoff admet que l'autofécondation est possible. Seules des observations journalières sur des animaux identifiés et maintenus en aquarium pouvaient donner l'espoir de résoudre cette question. C'est d'ailleurs dans ce but que j'ai fait de nombreux séjours au Musée Océanographique de Monaco où, avec la plus grande amabilité, des quantités considérables de *Lysmata* ont été mises à ma disposition.

---

(1) Séance du 29 janvier 1940.

(2) *Zeit. für Wiss. Zool.*, 100, 1912, p. 190.

1. *Sexe des individus par rapport à la taille.* — Dans le tableau qui suit, j'ai indiqué le sexe des individus par rapport à leur taille.

Taille.............	Jusqu'à 36mm	36mm à 48mm	Au-dessus de 48mm
Sexe.............	♂	♂ et ♀	♀

Donc, dans un intervalle de 12mm environ, on trouve indifféremment des individus ♂ ou ♀. J'ai rencontré cependant des cas exceptionnels de ♀ précoces dont la plus petite avait 33mm et des mâles tardifs dont le plus grand avait 50mm. La taille maximum que j'ai enregistrée pour les *Lysmata* est de 67mm.

2. *Caractères sexuels.* — Le passage du stade mâle au stade femelle est accompagné de modifications des caractères sexuels externes, en particulier de la disparition de l'*appendix masculina.* Cette disparition a lieu brusquement, lors d'une mue. L'appendice présente un aspect rabougri, desséché, avant une mue et, après le rejet de l'exuvie, on ne retrouve plus trace d'appendice. Avant la chute de l'appendice mâle, les caractères sexuels permanents du type femelle sont déjà différenciés. Même, les plus grands mâles possèdent déjà, ébauchés, les caractères sexuels secondaires, dits périodiques, des femelles de même taille. En effet des mâles de 40mm ont déjà des soies du côté interne des basipodites des premiers pléopodes (= soies basales internes) et quelques soies sur les *appendix interna* (A_2 et A_3). Jamais je n'ai trouvé une femelle ovigère qui possédât encore l'*appendix masculina.* Donc, le cycle évolutif des caractères sexuels externes correspond exactement au cycle ovarien. En effet les ovaires se développent très tôt chez les Crevettes et généralement, à la taille de 35 à 38mm, ils forment une masse compacte. La chute de l'appendice mâle correspond à la maturité des œufs dans l'ovaire.

J'insiste sur le fait que mes observations ont toujours porté soit sur des animaux récoltés, ou mis en expérience au printemps (de mars au début de juillet). La pleine activité reproductrice des *Lysmata*, à Monaco, a lieu en mai, juin et début de juillet. J'ai rencontré les premières femelles ovigères en avril. Il est évident que l'arrivée de la bonne saison doit accélérer la maturation des ovaires des toutes jeunes femelles qui incubent pour la première fois, alors qu'elles n'ont qu'une taille relativement petite (33, 35, 36mm).

3. *Accouplement.* — J'ai essayé de provoquer le rapprochement sexuel des *Lysmata* en ayant recours à l'artifice que j'ai décrit à maintes reprises pour d'autres espèces de Crevettes ([3]). Je ne suis arrivée à observer la

([3]) L. Nouvel et H. Nouvel, *Bull. Institut Océanographique*, n° 585, 1935.

copulation qu'après avoir remarqué que jamais un individu mâle de grande taille ne pourchassait les femelles qui venaient de muer et dont l'ovaire préparait visiblement une ponte. Par contre, des individus mâles de 25 à 30^{mm} sont très nerveux et s'attaquent à des femelles molles de toutes tailles. L'accouplement se fait exactement comme chez *Leander squilla* [1]. Le mâle se place sous la femelle entre le céphalothorax et l'abdomen, le plan sagittal du corps est perpendiculaire à celui de la femelle (position en croix), l'abdomen légèrement replié. La durée de la fécondation est d'une seconde à peine. Aucun appendice thoracique ni abdominal ne joue le rôle d'accrochage. J'ai souvent examiné des femelles qui venaient d'être fécondées et, comme le justifie d'ailleurs le mode d'accouplement, jamais je n'ai trouvé de spermatozoïdes dans les oviductes (Spitschakoff).

4. *Ponte et mode de fécondation.* — J'ai isolé des femelles dont l'ovaire était mûr et ai remarqué qu'après la mue elles pondent en dehors de tout rapprochement sexuel. Les œufs non fécondés tombent après quelques jours. C'est cette observation qui m'a fourni la clef du problème des modes de fécondation de ces animaux. J'ai fait porter mes expériences systématiquement sur des femelles de *Lysmata* de toutes tailles et appartenant, de ce fait, aux différentes phases de régression des testicules. Des femelles prêtes à pondre et maintenues en isolement absolu ont toujours pondu, mais les œufs ont toujours fini par être rejetés de la cavité incubatrice, du fait qu'ils n'avaient pas été fécondés. J'ai expérimenté sur plus de cent femelles et en particulier sur des femelles très petites. Le résultat a toujours été le même. La conclusion qui se dégage de ces expériences est donc qu'en aucun cas l'animal ne féconde ses propres œufs. L'autofécondation ne paraît donc pas possible chez *Lysmata*.

Remarque à propos de la Note précédente, par M. **Charles Pérez**.

Le résultat négatif des expériences de Mme Nouvel me paraît tout naturel; c'est le contraire qui eût été surprenant. Dans le cas normal, où la séparation complète des sexes exige l'accouplement, c'est au moment de ce rapprochement que le mâle dépose son sperme à la surface du corps de la femelle, au voisinage plus ou moins proche des orifices vulvaires et, lorsque bientôt après la femelle pond, ses œufs rencontrent tout naturellement, au

(1) L. et H. Nouvel, *Bull. Soc. Zool. de France*, 62, III, 1937, p. 208.

fur et à mesure de leur sortie, des spermatozoïdes susceptibles de les féconder. Quand on isole une *Lysmata*, il n'y a aucune raison pour que cet individu, même s'il possède encore des spermatozoïdes mûrs, soit amené à les évacuer à l'extérieur et à les retenir au voisinage des orifices vulvaires, en attente d'une ponte prochaine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Teneur en riboflavine (vitamine* B_2*) de quelques organes de la Grenouille* (Rana viridis). Note de M[lles] **Henriette Nollet** et **Anne Raffy**, présentée par M. Paul Portier.

L'importance physiologique de la riboflavine tant comme vitamine que comme ferment incite à en étudier la répartition dans les grands groupes zoologiques. De diverses révisions récemment faites, que résument des tableaux de teneurs en riboflavine des principaux organes des animaux (¹) et (²), il ressort qu'il existe d'importantes lacunes dans les données actuellement acquises. Parmi les Vertébrés à sang froid, les Batraciens ont été jusqu'ici à peu près négligés. La Grenouille, en particulier, n'a pas encore été étudiée, malgré l'importance de tout ce qui a trait à sa physiologie et à l'intérêt de sa vie amphibie. C'est pourquoi nous avons dosé la riboflavine tissulaire chez les Grenouilles des deux sexes (*Rana viridis*) au mois de juin, à l'aide de la technique de Gourévitch (³).

Nous avons tout d'abord étudié le foie qui, chez les autres Vertébrés, présente une teneur relativement élevée, stable et caractéristique; puis le rein, soit avec les surrénales, soit sans surrénales, celles-ci ayant été soigneusement extraites. Des dosages ont été également effectués dans ces organes ainsi isolés. Le tableau suivant résume nos résultats, exprimés en γ de riboflavine par gramme de tissu frais.

Teneurs en riboflavine des organes de Rana viridis *en* γ *par gramme de tissu frais.*

	Foie.	Reins sans surrénales.	Reins avec surrénales.	Surrénales.
Mâles	5,5-6,5	9,3	12,1	36
Femelles	4,2-4,9 4,5-5	8,3	15	72

(¹) M. Fontaine, *Sciences*, XXVII, décembre 1938, p. 16.
(²) A. Raffy, *Bull. de la Soc. scient. d'hygiène alimentaire*, 27, 1939, p. 16.
(³) A. Gourévitch, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 19, 1937, p. 527.

Nous avons aussi réuni les yeux de quelques femelles et nous y avons dosé 8γ de riboflavine par gramme d'organe.

D'après ces données, il apparaît une différence manifeste entre les surrénales de la femelle et celles du mâle; mais il est surtout intéressant de remarquer que la Grenouille se place, au point de vue flavinique, avec les autres pœcilothermes, par opposition aux homéothermes. La teneur du foie est de l'ordre de grandeur de celle des Lamproies, des Poissons, de la Tortue marine ([1]) et ([4]). Elle est même, surtout chez la femelle, inférieure à toutes les déterminations relatives aux pœcilothermes. L'œil est beaucoup moins riche que celui des Poissons et de la Tortue marine. Les organes de la Grenouille adulte, après la maturité sexuelle, sont donc pauvres en vitamine B_2, à l'exception de la surrénale. Les teneurs se rapprochent néanmoins de celles des pœcilothermes aquatiques et s'opposent nettement à celles des organes correspondants des Mammifères et des Oiseaux.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les déterminants chimiques de la maturation sexuelle.* Note ([1]) de Mme **Véra Dantchakoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les recherches sur l'action des hormones sexuelles dans les germes des Vertébrés ont montré que le déterminisme génétique sexuel se réalise à l'aide de substances chimiques, les hormones mâle et femelle. Un lien fut ainsi établi entre l'équilibre chromosomique édifié dans l'œuf fécondé et la réalisation du sexe.

L'ensemble de l'histogenèse sexuelle s'est révélé comme résultant de l'action d'une hormone sexuelle spéciale. Ce fait fondamental, intimement lié aux découvertes de Spemann, ne forme qu'un épisode dans l'ontogenèse à dynamisme chimique. Récemment des facteurs sexuels chimiques ont été mis en évidence chez *Chlamydomonas eugametos*, sous forme de caroti-noïdes, par Kuhn, Moewus et Jerchel ([2]). L'activité même des gènes se traduirait par l'élaboration de produits chimiques déterminants

([4]) A. Drilhon, A. Raffy et M. Fontaine, *Bull. de l'Institut Océanographique*, n° 776, juillet 1939, p. 1 à 15.

([1]) Séance du 22 janvier 1940.

([2]) *Ber. d. chem. Ges.*, 71, Abt. B, p. 1541.

[Kühn et collaborateurs (3), Ephrussi (4)]. Les admirables recherches de Wigglesworth (5) ont montré que l'Insecte lui-même, si dépourvu d'hormones, accomplit sa métamorphose à l'aide de produits chimiques, dont l'élimination inhibe et l'introduction déclenche la métamorphose.

Le dynamisme chimique du déterminisme génétique reconnu, de nouveaux problèmes se posent; 1° le facteur chimique, que nous introduisons dans nos expériences, d'où provient-il durant l'ontogenèse du germe? 2° d'autre part, serons-nous jamais en état de pénétrer à l'intérieur du système de molécules, organisé et effroyablement compliqué, qu'est la cellule, pour déterminer dans quelle chaîne particulière de molécules se produit un changement initial qui lui implique une polarisation femelle ou mâle? Enfin les déviations par rapport à la normale, fréquentes dans nos expériences, suggèrent l'idée qu'il existe dans le germe des facteurs histogénétiques supplémentaires aux hormones sexuelles, produits dans l'organisme vivant et résultant des métabolismes différenciels de ses tissus variés.

Ne pouvant songer à aborder directement, par voie chimique, la recherche de ces facteurs supplémentaires, mes expériences ont consisté en un traitement systématique de Rats et de Cobayes *nouveau-nés* par un extrait aqueux d'ovaires, mis à ma disposition par MM. Hartmann et Miescher, et connu sous le nom d'*agomensine* (*Ciba*, Bâle). Les premières expériences consistèrent à traiter des lots de Rats nouveau-nés de 4 femelles et de 4 mâles confiés à une mère et des Cobayes par lots d'une femelle et d'un mâle. Plus tard, comme aucune influence spéciale ne put être reconnue chez les mâles, des femelles seules furent utilisées pour le traitement : 6-8 Rats et 2-3 Cobayes par mère.

Les injections, faites 2 fois par semaine pendant les deux premières semaines de la vie, à dose de $0^{cm^3},1$, et une fois tous les 2 jours à partir de la troisième semaine (jusqu'à $0^{cm^3},3$ par injection), sont bien supportées par les petits. La croissance générale et le développement sexuel des animaux traités s'effectuaient d'une manière parfaite. N'ayant pas fait de pesées, je ne puis parler que de l'impression de les avoir vu grandir plus vite et devenir plus gros que les témoins. Pour pouvoir affirmer d'une manière absolument définitive les résultats que je vais annoncer, ceux-ci auraient dû être contrôlés par une expérience en masse. Mais des faits nets se dégagent déjà de l'expérience :

---

(3) *Biol. Zbl.*, 57, 1937, p. 113 et 329.
(4) *Bull. Biol. France-Belg.*, 72, 1938, p. 48.
(5) *Quart. J. of Micr. Sc.*, 79, 1936, p. 91.

1° Jamais, dans mon élevage, une Cobaye femelle normale ne fut inséminée à l'âge de 3 semaines. Or, parmi les Cobayes traités à l'agomensine, 3 femelles devinrent grosses à 3 semaines. L'une d'elles avorta de 2 petits, peu avant terme. Une de ces femelles-enfants mourut pendant le travail avec ses petits. La troisième femelle-enfant donna naissance à 3 très petits Cobayes à terme, qui purent être élevés.

2° Ces 3 cas sont des cas exceptionnels, mais d'autres, bien plus nombreux, ont fait entrevoir l'*influence accélératrice de l'extrait aqueux de l'ovaire sur l'ovulation et la conception.*

3° Une ovulation accélérée, avec ouverture du vagin prématurée et fécondation consécutive, fut l'effet du traitement chez les jeunes Rats.

4° En outre, dans quelques cas, des Rates récalcitrantes à la conception ont pu être fécondées à la suite d'un traitement de 3-5 semaines.

Si l'on compare les fécondations des 42 Rates traitées et de 42 Rates normales, en fonction de leur âge, on arrive à conclure, que, sous l'influence du traitement, l'organisme mûrit plus vite. De plus les conceptions, sauf rares exceptions, ont eu lieu dès la première ouverture du vagin.

Comment expliquer les résultats obtenus? L'extrait aqueux d'ovaires, introduit par voie sous-cutanée, est absorbé et charrié par la voie sanguine. Certains corps chimiques contenus dans cet extrait doivent posséder une affinité pour l'ovaire, en particulier pour les cellules germinales. Car l'ovulation et tous les phénomènes corrélatifs ont lieu, chez un animal traité, à un âge où l'ovaire de l'animal n'a pas encore acquis spontanément la propriété d'élaborer de tels corps chimiques. Les cas de conception réussie chez quelques Rates récalcitrantes sont très démonstratifs. Les premières ovulations passent souvent inaperçues, par défaut de sécrétion provoquant les processus œstraux. Les extraits aqueux d'ovaires paraissent remédier à une telle déficience chez le jeune organisme, tout en nous indiquant où il faut chercher les *déterminants initiaux de la maturation sexuelle.*

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau de l'Académie un Ouvrage intitulé Réaumur. *Morceaux choisis*, présentés et annotés par Jean Torlais. *Préface* par Maurice d'Ocagne.

MINÉRALOGIE. — *Les gisements de phlogopite de l'Extrême-Sud de Madagascar.* Note de M. **Alfred Lacroix**.

Parmi les produits minéraux de Madagascar, une place de choix doit être donnée au mica *phlogopite*, activement recherché par l'industrie électrique et dont par suite l'extraction est d'un grand intérêt économique, surtout dans les circonstances actuelles. La phlogopite malgache rivalise sur les marchés mondiaux avec celle du Canada. Ses gisements ne sont pas moins intéressants du point de vue scientifique.

Quand, en 1922-1923, j'ai publié ma *Minéralogie de Madagascar*, l'exploitation de ce minéral commençait depuis quelques années seulement et consistait surtout en grattages superficiels, aussi ma documentation sur elle fut-elle incomplète. Il n'en est plus de même aujourd'hui.

Les gisements consistent en remplissage de poches ayant parfois de grandes dimensions ou de remplissage de fissures, à faciès filonien, localisées, d'une façon exclusive, au milieu de lits de *pyroxénite*, formée uniquement de diopside alumineux, intercalés dans les schistes cristallins de l'Extrême-Sud de la Grande-Ile.

Les premiers travaux entrepris, en 1912, dans la région de Fort-Dauphin, se sont déplacés depuis lors et sont concentrés aujourd'hui dans celle de Betroka.

Depuis 1929, M. Seyrig a inauguré des exploitations souterraines par galeries, qui atteignent actuellement, la profondeur de 80 mètres. Je lui dois non seulement une documentation en échantillons importante et continue, mais tous les renseignements qui m'ont été nécessaires pour l'interprétation de leur mode de gisement et de formation.

Je me propose de résumer les conclusions d'un Mémoire étendu qui s'imprime à Tananarive.

Il faut noter tout d'abord que, dans le gisement d'Ampandrandava, que je prends pour exemple, comme dans tous les autres, il y a lieu de considérer séparément trois zones superposées. La zone supérieure, située au-dessus du niveau hydrostatique, est une *zone de destruction*, dans laquelle les abondantes eaux pluviales (vadoses) ont fait disparaître tous les minéraux solubles, dont le principal est la *calcite*, déterminant ainsi des cavités, souvent assez grandes pour être considérées comme de véritables cavernes.

Au niveau hydrostatique commence la *zone phréatique*, imbibée d'eau qui circule lentement et qui est suffisamment riche en produits dissous pour laisser déposer d'intéressants minéraux secondaires dans sa partie inférieure. Cette zone n'a que quelques mètres de puissance, tandis que la précédente, variable avec la topographie, atteint localement jusqu'à 60 m. Plus profondément, commence la *zone intacte*, complètement dépourvue de cavités, où aucun des minéraux primordiaux n'a subi d'atteinte. C'est elle qui fait l'objet de la présente Note.

Les poches et les filons sont essentiellement remplis par trois minéraux qui ne manquent jamais, mais dont les proportions relatives varient : *pyroxène*, *calcite*, *phlogopite;* ils sont généralement accompagnés par divers satellites, les uns fréquents, les autres rares et souvent limités à des localités spéciales. Une particularité digne de remarque consiste dans les dimensions exceptionnellement grandes des cristaux de la plupart de ces minéraux.

Je ne m'occuperai ici que du cas le plus compliqué, celui des poches. A leur voisinage, le grain de la pyroxénite augmente, souvent jusqu'à aboutir à de gros cristaux nets de *diopside* vert ou grisâtre, en partie englobés par la calcite. Leur plus grande dimension peut dépasser 10 cm. La diversité de leur faciès est due au développement variable des formes de la zone verticale (h^1, g^1, m), associées à des formes terminales p, a^1, e^1, $b^{1/2}$, $b^{1/4}$, $b^{1/6}$. Les macles suivant h^1 ne sont pas rares.

La *calcite*, jaune, rose ou orangée, parfois blanche et plus rarement bleuâtre, est à grain variable, qui devient parfois énorme, les arêtes des

clivages pouvant dépasser 15 cm. Les macles polysynthétiques suivant b' sont fréquentes. Cette calcite constitue la gangue des autres minéraux, mais se trouve aussi à l'état d'enclaves dans ceux-ci.

La *phlogopite*, qui est le minéral exploité, se trouve toujours en cristaux dont les dimensions sont parfois monstrueuses; des lames de clivage de 2 m. de diamètre ont été recueillies dans certains gisements; à Ampandrandava, un cristal entier a été rencontre qui mesurait 3 m. 50, suivant l'axe vertical et 1 m. 20 de plus grand diamètre. Les deux extrémités de ces cristaux consistent en pyramides, dont d^1 et b^1 seules ont pu être précisées; elles sont accompagnées de e^1 et g^1 et tronquées au sommet par une très petite base p. La portion intermédiaire, dominante, à l'aspect pseudoprismatique, est formée par deux faces g^1 et une série de gouttières résultant de la rencontre de petites facettes d^1 et b^1 d'un très grand nombre d'individus, superposés, à orientation uniforme.

Le second type présente les mêmes formes, mais la base p est largement développée, en sorte que les cristaux ont une section hexagonale; ils sont aplatis ou non suivant la base.

Enfin un dernier type, à apparence rhomboédrique, dont le clivage p est triangulaire, est limité par trois faces $d^{5/4}$, e', $b^{1/2}$ avec ou sans formes voisines.

Tous ces cristaux, extrêmement fragiles, ne peuvent être extraits entiers de leur gangue, dès que leur axe vertical atteint quelques centimètres.

Pour les espèces accompagnant ces minéraux cardinaux, je n'insisterai que sur ceux présentant quelque particularité intéressante.

L'*apatite fluorée* se trouve sous forme de cristaux bleus ou verts, très nets (mb^1), pouvant atteindre de grandes dimensions. Un morceau brisé de l'un d'eux, que j'ai eu l'occasion de voir, mesurait 0 m, 70 de diamètre.

Les minéraux suivants n'ont été trouvés que dans certains gisements.

L'*anhydrite* est un minéral que l'on ne s'attendait pas à trouver en telle compagnie; elle forme des enchevêtrements de solides rectangulaires violacés, limités par les clivages faciles p, h^1, g^1; certains d'entre eux atteignent 20 cm. d'arête. Ce sulfate de calcium englobe tous les minéraux précédents ou est enveloppé par eux.

La *fluorine*, jaune ou rosée, constitue à Marovato des agglomérats de gros cristaux, à clivages octaédriques, pesant jusqu'à 20 kgm.

Le *spinelle*, vert foncé, riche en faces (a^1, a^3, b^1), est parfois de grande taille; le poids d'un d'entre eux est voisin de 4 kgm.

L'*allanite* forme à Mandrovato, Mafilefy et Imanda de petits cristaux aplatis suivant h^1; à Antanimena, a été trouvé un bloc de près de 2 kgm, sans forme géométrique, mais constituant un seul individu cristallin;

d'après une analyse que je dois à M[lle] Thelma Berggren, c'est un type d'*orthite*, riche en lanthane et en cérium, renfermant de très petites quantités de praséodyme, de néodyme, de samarium et aussi de thorium dont la présence explique sa radioactivité.

Enfin, dans la zone de destruction d'Ambondrombe, un minéral nouveau, que je désigne sous le nom de *seyrigite*, a été trouvé en cristaux fragmentés, atteignant jusqu'à 7 cm. de diamètre. Il est quadratique, optiquement positif, translucide, de couleur jaune d'or, avec un éclat vitreux passant à l'adamantin; il occupe dans la série calcique une place intermédiaire entre la *scheélite* (WO^3Ca) et la *powellite* (MoO^3Ca). Il est l'équivalent de la *chillagite* située dans la série plombeuse entre la *raspite* (WO^3Pb) et la *wulfénite* (MoO^3Pb). La teneur en MoO^3 est de 24,01 % et la densité de 5,484. Ce minéral, accompagné de lames de phlogopite, a été mis en liberté par la dissolution de la calcite qui devait être sa gangue originelle, et il est actuellement enveloppé dans un mélange de quartz, d'opale et de sépiolite secondaires.

Enfin, il faut citer ([1]) d'énormes cristaux de sphène brun rougeâtre et quelques minéraux sulfurés peu abondants (*molybdénite*, pyrrhotite, pyrite, chalcopyrite).

A cette liste on devra peut-être ajouter la *scapolite* et l'*anorthite*, dont le rôle n'a pu être fixé avec certitude, car si elles se trouvent, dans la pyroxénite, au voisinage immédiat des poches, leurs relations avec celles-ci auraient besoin d'être précisées. Il en est de même pour une roche, à faciès pegmatitique, faite d'*anorthite*, transformée en damourite, de *pyroxène* et, suivant les gisements, de *phlogopite*, *spinelle*, *anhydrite*, *allanite* etc.

Les minéraux qui viennent d'être énumérés ne sont pas seulement intéressants pour l'interprétation ultérieure de la genèse des gisements de phlogopite, mais encore à cause de la netteté des formes des cristaux de certains d'entre eux, et par leurs dimensions exceptionnelles. A ces divers points de vue, les gisements de l'Extrême-Sud de Madagascar sont à comparer aux plus remarquables de ceux de l'Est du Canada.

([1]) Des échantillons de hornblende ont été recueillis dans plusieurs gisements, mais je n'ai pas sur leur comportement lithologique des précisions suffisantes (accidents minéralogiques dans la pyroxénite ou dans les poches à phlogopite?).

SPECTROSCOPIE. — *Propriétés communes aux molécules hydrogénées.* Note de M. **Henri Deslandres**.

Les deux Notes précédentes du 23 octobre et du 11 décembre 1939, et surtout la seconde Note, ont rapproché et comparé les fréquences Raman de 7 molécules à l'état liquide gazeux et à l'état liquide et signalé des relations curieuses entre les deux fréquences. Six de ces molécules sont hydrogénées et leurs fréquences ν ont été soumises à l'analyse nouvelle des spectres moléculaires, qui révèle les nombres s' d'électrons activés, l'arrangement intérieur des atomes, l'ionisation intérieure et les polymères ([1]). Je rappellerai brièvement les résultats obtenus avec deux de ces molécules, SiH^4 et ClH. Le cas de $Si\,H^4$ est simple et net : la fréquence la plus intense du gaz est égale à $35\,d_1/17$, 17 étant le nombre s' des électrons du radical SiH^3 dans l'arrangement $H—SiH^3$; et, comme la différence avec la fréquence du liquide est égale à $d_1/17 \times 5$, la fréquence du liquide, un peu inférieure, est un multiple de $d_1/17 \times 5$. De même avec ClH; la fréquence principale du gaz est égale à $19\,d_1/7$, et celle du liquide à $166\,d_1/7 \times 9$, 166 n'étant pas un multiple de 7 ou de 9, et 7 étant le nombre d'électrons du premier anneau de Cl. La conséquence à tirer de ces faits est que la molécule du liquide est un polymère de la molécule du gaz, le polymère n° 5 avec SiH^4 et le polymère n° 9 avec ClH. Mais, avant de présenter cette conclusion, j'ai voulu aborder l'étude générale des composés hydrogénés.

Chaque atome ou groupe d'atomes, comme on sait, a ses fréquences propres liées par la formule (1) à ses électrons activés, et la molécule se divise en plusieurs parties, réduites en général à deux, qui activent chacune les électrons de l'autre. De plus les fréquences des parties doivent être égales ou avoir des différences très faibles. Cette égalité des fréquences est nécessaire et souvent suffisante; elle est bien réalisée dans les molécules les plus stables. Je montrerai que cette égalité des fréquences fournit une base plus générale et plus sûre que la théorie des valences pour l'explication et la prévision des molécules. Comme, d'autre part, les électrons sont activés

---

([1]) L'analyse est basée sur la formule (1) $\nu = q\,d_1/s'r'$ qui est simple et générale; d_1 est la constante universelle 1062,5; r' et q sont des nombres entiers. On analyse la fréquence en recherchant les nombres s', r' et q qui, portés dans la formule, reproduisent la fréquence avec un résidu très faible.

non pas un à un, mais par sous-anneaux et anneaux, on peut, en partant de la formule chimique du composé, former la liste *Act.* des nombres d'électrons activables et avoir une première idée de la stabilité.

Dans l'application de ces règles, une Note du 1er février 1935 a indiqué trois cas principaux : 1° la molécule est divisible en deux parties identiques; l'égalité des électrons activés est assurée, et la molécule est stable. 2° Les deux parties de la molécule sont inégales. Celle qui est la plus riche en électrons n'est activée que partiellement. 3° Les deux parties sont forcément très inégales, ainsi que dans la molécule ClH. Ce 3e cas a été jusqu'ici moins étudié que les deux autres, mais il a une importance au moins égale. Comment la fréquence moléculaire est-elle émise dans ce cas spécial? L'atome Cl doit être activé le premier avec les 7 électrons de son premier anneau, et la fréquence émise, conformément à la formule générale, est un multiple de $d_1/7$; elle est égale à $19d_1/7$. Cette même fréquence, par un effet de résonance, est imposée à l'atome H; d'où le nombre r' de la formule qui, avec cet atome, est égal à 7. Les atomes et groupes d'atomes agissent les uns sur les autres par leur rayonnement. La fréquence émise favorise la formation et la persistance des arrangements d'atomes qui émettent une fréquence très voisine; et c'est ainsi que chaque fréquence d'une molécule est un harmonique de plusieurs fréquences élémentaires dues à des arrangements différents de ses atomes. Cet effet spécial peut être aussi rattaché à la catalyse.

Cependant, dans une molécule hydrogénée, l'atome d'hydrogène, très léger, peut être facilement déplacé et séparé des autres atomes; d'où, si M est la molécule, l'arrangement H — (M-H). Si d'autres atomes H sont déplacés, on a les arrangements H^2 — (M-2H) et H^3 — (M-3H), H^3 étant presque aussi stable que H^2. J'ai examiné à ce point de vue les molécules hydrogénées dont l'analyse a été publiée dans les Notes précédentes, et toutes ont offert au moins un des arrangements ci-dessus, révélé aisément par l'analyse des fréquences.

Même, parmi les 200 molécules déjà étudiées, je n'ai trouvé aucune molécule hydrogénée qui n'offre pas cette propriété. A l'appui, je présente dans le tableau XXI ci-contre six molécules de type différent et de complexité croissante, dont l'arrangement M-H est mis en relief d'abord dans la liste *Act.*, puis dans la portion publiée de l'analyse [2].

---

(2) Le tableau donne en partie seulement l'analyse des fréquences qui sont extraites des mémoires suivants : N^3H, par Kohlrausch, *Z. physik. Chem.*, **34**, 1936, p. 214;

Tableau XXI. — *Analyse de fréquences infrarouges de molécules.*

Liste *Act.* — Nombres s' d'électrons des anneaux (a.), des anneaux et sous-anneaux (a'.), activables dans les atomes et groupes d'atomes des molécules N^3H, C^3H^4, $C^7O^5H^6$, $C^{16}H^{10}$, $C^9O^3NH^{11}$ et $C^{18}O^{16}H^{32}$

	Acide azothydrique. N^3H et C^3H^4.	Acide gallique. $C^7O^5H^6$.			Caoutchouc. $C^{10}H^{16}$.		Tyrosine. $C^9O^3NH^{11}$.			
	N^3 et C^3H^3.	C^6H^2.	CO^5H^4.	$C^7O^5H^5$.	C^5H^8.	$C^{10}H^{15}$.	C^6OH^5.	$C^3O^2NH^6$.	$C^9O^3NH^{10}$.	
1 a'.	*9*	*14*	*26*	*39*	*18*	*35*	*21*	*23*	*43*	*1* a'.
1 a	*15*	*26*	*38*	*63*	*28*	*55*	*35*	*35*	*69*	*1* a.
2 a	*21*	*38*	*50*	*87*	*38*	*75*	*49*	*47*	*95*	*2* a.

Molécule et mode d'excitation.	Intensité entre ( ) et fréquence de la radiation en cm^{-1}.		Multiple correspondant de $d_1/s'r'$ et résidu.		Nombre s' d'électrons activés dans l'atome ou groupe d'atomes et nombre des anneaux ou sous-anneaux activés.
N^3H Raman...............	$\nu =$ (1) 1300	=	11 $d_1/$ 9	+1,4	9 de N^3 1 a'.
22 électrons, 2 fréq.			55 $d_1/$ 15×3	+1,4	15 de N^3 1 a.
			77 $d_1/$ 21×3	+1,4	21 de N^3 2 a.
C^3H^4 Raman...............	$\nu =$ (9) 336	=	6 $d_1/$ 19	+0,5	19 de C^3H 2 a.
22 électrons, 12 fréq.			19 $d_1/$ 15×4	−0,5	15 de C^3H^3 1 a.
			20 $d_1/$ 21×3	−1,3	21 de C^3H^3 2 a.
	$\nu =$ (10) 2926	=	124 $d_1/$ 9×5	−1,8	9 de C^3H^3 1 a'.
			179 $d_1/$ 13×5	−0,0	13 de C^3H 1 a,
$C^7O^5H^6$ Raman solution...	$\nu =$ (4) 1608	=	56 $d_1/$ 37	−0,1	37 de $C^7O^5H^3$ 1 a'. ou de C^6H^{2+} 2 a.
88 électrons, 9 fréq.			59 $d_1/$ 39	+0,6	39 de $C^7O^5H^5$ 1 a'. ou de CO^5H^{4-} 1 a.
			115 $d_1/$ 38×2	+0,3	38 de $C^7O^5H^4$ 1 a'. et de CO^5H^4 1 a.
			118 $d_1/$ 26×3	+0,6	26 de C^6H^2 1 a. et de CO^5H^4 1 a'.
	$\nu =$ (3) 1688	=	62 $d_1/$ 39	−1,1	39 de $C^7O^5H^5$ 1 a'.
			100 $d_1/$ 63	+1,5	63 de $C^7O^5H^5$ 1 a.
$C^{10}H^{16}$ Raman solution....	$\nu =$ (15) 1670	=	44 $d_1/$ 28	+0,4	28 de C^5H^8 1 a.
76 électrons, 13 fréq.			55 $d_1/$ 35	+0,4	35 de $C^{10}H^{15}$ 1 a'.
			173 $d_1/$ 55×2	−0,2	55 de $C^{10}H^{15}$ 1 a.
	$\nu =$ (9) 2915	=	96 $d_1/$ 35	+0,7	35 de $C^{10}H^{15}$ 1 a'.
			181 $d_1/$ 33×2	+1,2	33 de $C^{10}H^{13}$ 1 a'.
			203 $d_1/$ 74	+0,3	74 de $C^{10}H^{14}$ 2 a.
$C^9O^3NH^{11}$ Raman solution.	$\nu =$ (10) 1620	=	32 $d_1/$ 21	+1,0	21 de C^6OH^5 1 a'.
96 électrons, 6 fréq.			35 $d_1/$ 23	+3,6	23 de $C^3O^2NH^6$ 1 a'.
			64 $d_1/$ 42	+1,0	42 de $C^9O^3NH^9$ 1 a'.
			67 $d_1/$ 22×2	+2,1	22 de C^6OH^{5-} et de $C^3O^2NH^{6+}$ 1 a'.
			125 $d_1/$ 41×2	+0,3	41 de $C^9O^3NH^8$ 1 a'.
			131 $d_1/$ 43×2	+1,5	43 de $C^9O^3NH^{10}$ 1 a'.
			145 $d_1/$ 95	−1,7	95 de $C^9O^3NH^{10}$ 2 a.
	$\nu =$ (9) 844	=	54 $d_1/$ 68	+0,2	68 de $C^9O^3NH^9$ 1 a'.
			65 $d_1/$ 41×2	+1,8	41 de $C^9O^3NH^8$ 1 a'.
	$\nu =$ (6) 1216	=	47 $d_1/$ 41	−2,0	id.
	$\nu =$ (4) 1359	=	55 $d_1/$ 43	+0,0	43 de $C^9O^3NH^{10}$ 1 a'.
	$\nu =$ (3) 646	=	25 $d_1/$ 41	−1,9	41 de $C^0O^3NH^8$ 1 a'.
$C^{18}O^{16}H^{32}$ Raffinose Raman.	$\nu =$ 1150	=	13 $d_1/$ 12	−1,0	6 de C 2 a. et de OH^2 1 a'.
268 électrons, 1 fréq.			145 $d_1/$134	+0,3	134 de $C^9O^8H^{16}$ 2 a.
			289 $d_1/$267	+0,0	267 de $C^{18}O^{16}H^{31}$ 2 a.
			288 $d_1/$266	−0,4	266 de $C^{18}O^{16}H^{30}$ 2 a.
			287 $d_1/$265	−0,7	265 de $C^{18}O^{16}H^{29}$ 2 a.

La première molécule du tableau, N^3H, est intéressante, ayant, au point de vue chimique, des points communs avec ClH; et, dans une Note de décembre 1934, en m'appuyant sur la liste *Act.* et l'analyse de ClH, j'avais écrit que ces analogies étaient dues aux nombres s' 15 et 21, communs aux deux molécules. Depuis, le spectre Raman a été mesuré, et le tableau montre que ces mêmes nombres se retrouvent dans l'analyse de la fréquence.

J'ai ajouté la molécule C^3H^4 qui a le même nombre d'électrons, mais un nombre de fréquences notablement plus grand. Elle a deux atomes de plus, et se prête à des arrangements d'atomes plus nombreux.

L'acide gallique, présenté ensuite, offre la liste *Act.* des deux groupements d'atomes, C^6H^2 et CO^5H^4, indiqués par la formule de constitution, et à côté la liste *Act.* de (M-H). Les nombres s' tirés de l'analyse sont les mêmes, et le tableau signale 4 nombres s' qui correspondent à l'isolement des atomes H, 2H et 3H.

Avec le caoutchouc qui suit, j'ai analysé en partie les deux fréquences principales, émises aussi par la gutta-percha. La molécule est divisible en parties égales et offre aussi l'isolement de H, 2H et 3H.

La tyrosine est un des produits de décomposition de l'albumine et elle serait le noyau de cette molécule importante; mais elle est examinée ici surtout pour l'isolement de ses atomes d'hydrogène. Cependant le tableau donne la liste *Act.* des deux groupements principaux d'atomes annoncés par la formule de constitution, et il y a un certain accord avec l'analyse. D'autre part les groupements (M — H), (M — 2H), (M — 3H) y sont largement représentés.

Enfin le tableau présente le raffinose, un des polyoses les plus connus, ajouté surtout parce qu'il est très riche en électrons; il en compte 268. Sa fréquence est un multiple de $d_1/134$, et aussi de $d_1/267$, $d_1/266$ et $d_1/265$ qui correspondent à l'isolement progressif de trois atomes d'hydrogène.

La propriété qu'ont les molécules hydrogénées de détacher plusieurs atomes d'hydrogène apparaît générale, et l'on peut s'étonner que ces quelques atomes soient capables d'activer les autres atomes, très nombreux dans certaines molécules.

C^3H^4 par Glocker et Davis, *Phys. Rev.*, **41**, 1932, p. 370; Ac. Gallique, par Suez, Fried et Brinn, *Helv. Chem. Acta*, **19**, 1936, p. 1359; Caoutchouc, par Gehman et Osterhof, *Amer. Chem. Soc.*, **58**, 1936, p. 215; Tyrosine, par Wright et Lee, *Nature*, **135**, 1935, p. 300; Raffinose, par Kuztner, *Naturwissenshaften*, **29**, 1934, p. 331.

On peut maintenant conclure dans la discussion ouverte au commencement de cette Note. Les six molécules dont la fréquence du gaz a été comparée à celle du liquide sont hydrogénées et ont les propriétés des molécules de ce type. La fréquence du gaz est liée à l'arrangement H — (M — H), et la fréquence correspondante du liquide est un polymère de celle du gaz. C'est un fait nouveau, joint à plusieurs autres, et révélé comme les précédents par l'analyse des fréquences moléculaires.

M. **F. Grandjean** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée Georges Friedel 1865-1933.

Cette brochure commémore l'inauguration de stèles érigées en l'honneur de Friedel à l'École des Mines de Saint-Étienne et à l'Université de Strasbourg. Elle contient les discours prononcés pendant ces cérémonies, des Notices qui résument la vie et l'œuvre du grand minéralogiste, la liste de ses travaux et quelques pages choisies parmi les plus représentatives de sa forte personnalité.

Sir **William Bragg**, Président de la *Royal Society*, fait hommage à l'Académie de l'*Address of the President at the Anniversary Meeting*, 30 november 1939.

CORRESPONDANCE.

M. **André Morette** adresse des remercîments pour l'encouragement accordé à ses travaux.

ALGÈBRE. — *Résolution de l'équation* $Ax^m + By^n = z^p$ *en nombres rationnels.* Note [1] de MM. **Lhristo Tchacaloff** et **Chr. Karanicoloff.**

Envisageons l'équation indéterminée

$$Ax^m + By^n = z^p, \tag{1}$$

dont les exposants m, n, p sont des nombres entiers et dont les coefficients A

[1] Séance du 12 février 1940.

et B sont des nombres rationnels donnés. Nous allons chercher des formules générales permettant de trouver toutes les solutions de (1) en nombres rationnels. Dans ce but nous introduisons les nouvelles inconnues X, Y, Z moyennant les formules

$$(2) \qquad x = X^{\lambda}Y^{\mu}Z^{\nu}, \qquad y = X^{\lambda_1}Y^{\mu_1}Z^{\nu_1}, \qquad z = X^{\lambda_2}Y^{\mu_2}Z^{\nu_2},$$

et nous déterminons les exposants entiers

$$(3) \qquad \lambda, \quad \mu, \quad \nu; \qquad \lambda_1, \quad \mu_1, \quad \nu_1; \qquad \lambda_2, \quad \mu_2, \quad \nu_2$$

de manière que l'équation transformée se réduise à la forme simple

$$(1') \qquad AX + BY = Z.$$

Pour cela il faut et il suffit que les entiers (3) vérifient les équations

$$(4) \qquad \begin{cases} m\nu - n\nu_1 = 0, \\ n\lambda_1 - p\lambda_2 = 0, \\ p\mu_2 - m\mu = 0; \end{cases}$$

$$(4') \qquad \begin{cases} m\lambda - p\lambda_2 = 1, \\ n\mu_1 - m\mu = 1, \\ p\nu_2 - n\nu_1 = 1, \end{cases}$$

dont les trois dernières ne peuvent être satisfaites que lorsque les exposants m, n, p sont premiers entre eux deux à deux. En supposant que cette condition soit remplie, on tire des équations (4)

$$(5) \quad \nu = n\gamma, \qquad \nu_1 = m\gamma; \qquad \lambda_1 = p\alpha, \qquad \lambda_2 = n\alpha; \qquad \mu_2 = m\beta, \qquad \mu = p\beta,$$

α, β, γ étant des entiers, de sorte que les équations (4′) deviennent

$$(5') \qquad m\lambda - np\alpha = 1, \qquad n\mu_1 - mp\beta = 1, \qquad p\nu_2 - mn\gamma = 1.$$

Chacune des équations (5′) à deux inconnues possède une infinité de solutions entières, puisque, dans nos hypothèses, les coefficients des inconnues sont premiers entre eux. On ramène ainsi la solution en nombres entiers des équations (4), (4′) à celle des trois équations indéterminées (5′) suivie des six équations (5) qui servent à déterminer les inconnues ν, ν_1, λ_1, λ_2, μ_2, μ.

Les formules (2) nous permettent d'exprimer inversement X, Y, Z en fonction de x, y, z, et l'on voit sans peine que, pour éviter les exposants fractionnaires dans les formules inverses de (2), il faut et il suffit que le

déterminant

$$D = \begin{vmatrix} \lambda & \mu & \nu \\ \lambda_1 & \mu_1 & \nu_1 \\ \lambda_2 & \mu_2 & \nu_2 \end{vmatrix}$$

ait la valeur ± 1. Nous allons montrer qu'il est toujours possible de trouver une solution en nombres entiers du système (4), (4′), telle que la valeur du déterminant D soit égale à 1. En exprimant les éléments de D par les paramètres α, β, γ, on obtient

$$(6) \qquad D = \frac{1 + np\alpha + mp\beta + mn\gamma}{mnp}.$$

Soient λ', μ', ν'; λ'_1, μ'_1, ν'_1; λ'_2, μ'_2, ν'_2 une solution du système (4), (4′) en nombres entiers et α', β', γ', D' les valeurs entières correspondantes de α, β, γ, D. On peut en déduire une infinité de solutions nouvelles en remplaçant dans les équations (5′) et (5) α par $\alpha' + mt$, β par β' et γ par γ', t désignant un nombre entier tout à fait arbitraire. Les valeurs correspondantes de λ, μ, ν; λ_1, μ_1, ν_1; λ_2, μ_2, ν_2 tirées de (5′) et (5) sont entières et l'on obtient pour D la valeur

$$\overline{D} = \frac{1 + np(\alpha' + mt) + mp\beta' + mn\gamma'}{mnp} = D' + t.$$

Il est donc évident qu'on peut disposer du nombre entier t de manière que la valeur de $\overline{D}$ soit égale à un nombre entier choisi d'avance.

L'analyse précédente conduit à la conclusion suivante : *si les exposants m, n, p de l'équation* (1) *sont premiers entre eux deux à deux, on peut trouver neuf nombres entiers* (3) *vérifiant les conditions* (4) *et* (4′) *et tels que*

$$D = \begin{vmatrix} \lambda & \mu & \nu \\ \lambda_1 & \mu_1 & \nu_1 \\ \lambda_2 & \mu_2 & \nu_2 \end{vmatrix} = 1;$$

toutes les solutions en nombres rationnels de l'équation (1) *se déduisent des solutions en nombres rationnels de l'équation* (1′) *grâce aux formules* (2).

GÉOMÉTRIE. — *Quelques remarques à propos d'une Note de M. Amin Yasin.* Note [1] de M. **Gino Fano**, présentée par M. Élie Cartan.

La Note récente de M. Amin Yasin [2] me fournit l'occasion de quelques remarques, que je vais exposer.

L'équation d'une surface du quatrième degré touchée par un plan $a_1 = 0$ le long d'une conique peut bien se mettre sous la forme

$$a_1 b_3 - h_2^2 = 0, \tag{1}$$

où a_1, h_2, b_3 sont des polynomes homogènes en x, y, z, t, ayant les degrés indiqués par les indices. Cette surface a par conséquent sur la conique $a_1 = h_2 = 0$ les six points doubles $a_1 = h_2 = b_3 = 0$. C'est Corrado Segre qui a déjà remarqué, dans sa théorie générale des hypersurfaces cubiques de l'espace à quatre dimensions [3], que la surface (1) est le contour apparent de l'hypersurface

$$a_1 u^2 + 2 h_2 u + b_3 = 0 \tag{2}$$

par rapport au sommet (0, 0, 0, 0, 1); c'est-à-dire la section du cône ayant ce même sommet et circonscrit à cette hypersurface; ou bien encore la surface-limite de l'espace double à trois dimensions projection de (2) du point (0, 0, 0, 0, 1).

D'après cette relation très étroite entre la surface (1) et l'hypersurface (2), il est bien naturel que les deux démonstrations d'une même question données par M. F. P. White [4] au moyen de l'hypersurface (2) et par M. Amin Yasin en se servant de la surface (1) ne soient aucunement différentes entre elles, et que l'une soit, pour ainsi dire, une sorte de traduction de l'autre, par une simple projection. Et comme, lorsqu'une figure est la projection d'une autre appartenant à un espace à un plus grand nombre de dimensions, leurs propriétés sont ordinairement plus simples à étudier sur cette dernière figure, c'est peut-être la démonstration de M. White qui éclaircit le mieux la question.

Les six points doubles de la surface (1) sont bien les sections des lignes

---

(1) Séance du 12 février 1940.

(2) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 337.

(3) *Memorie della R. Accad. di Torino*, 2e série, **39**, 1888, p. 3.

(4) *Proceed. London Math. Soc.*, 2e série, **30**, 1930, p. 347.

droites de l'hypersurface (2) passant par le point $P \equiv (0, 0, 0, 0, 1)$. Le cône quintique T considéré par M. Amin Yasin et ayant pour sommet l'un, disons O, de ces points doubles, est la section du cône formé, dans l'espace à quatre dimensions, par les ∞^1-plans passant par la droite PO et dont l'intersection ultérieure avec l'hypersurface (2) est composée de deux droites. Les surfaces cubiques touchant (1) le long de sextiques de genre 4 sont simplement les projections des intersections de (2) avec des espaces à trois dimensions; et c'est précisément parmi ces intersections que j'ai trouvé [5] qu'il y en a 495 possédant quatre points doubles, c'est-à-dire que l'hypersurface (2) a ce même nombre d'espaces 4-tangents.

MM. White et Amin Yasin ont obtenu tous les deux, dans leurs Notes, 991 coniques parmi les 2015 qui touchent en 5 points la courbe plane du 5e degré (C^5) section du cône T. Ce sont les sections par le même plan du cône du 2e degré tangent à la surface (1) au point O [c'est-à-dire du système ∞^1 de plans passant par la droite PO et rencontrant l'hypersurface (2) en des coniques tangentes à cette même droite] et des cônes menés de O et enveloppant les 495 surfaces cubiques nommées, qui se décomposent tous en deux cônes quadriques $(1+2.495=991)$. M. Edge [6] et moi-même [7], peut-être plus complètement, nous avons précisé la position de ces 991 coniques parmi les autres. La première des coniques nommées, additionnée aux droites doubles du plan, définit un système ∞^4 de courbes du 4e ordre (C^4) tangentes à C^5 en 10 points, appartenant à une même cubique; et les autres 495 paires de coniques sont des C^4 de ce même système. En changeant la première conique, on obtient 2015 différents systèmes ∞^4 de C^4 ayant les mêmes propriétés par rapport à la C^5 nommée, et dont chacun contient d'autres 495 paires de coniques. Mais ce ne sont pas encore toutes les $\binom{2015}{2}$ paires de coniques touchant chacune la C^5 en 5 points : les autres paires appartiennent à d'autres systèmes ∞^4 de C^4, eux aussi touchant la C^5 en 10 points, mais tout à fait différents, et ces 10 points de contact n'appartenant pas à une même cubique.

---

[5] *Annali di Matem.*, 3e série, **10**, 1904, p. 251.

[6] *Acta Mathem.*, Vol. **64**, 1935, p. 185.

[7] Dans un Mémoire qui va paraître dans les *Comment. Mathem. Helvetici*, vol. **12**.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les réseaux isothermes sphériques.*
Note de M. **Paul Vincensini**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Il est bien connu que toute représentation isothermique (u, v) de la sphère S de rayon 1

$$ds^2 = \lambda(du^2 + dv^2) \tag{1}$$

fournit une surface minima Σ dont les courbes u, v sont les images des asymptotiques. Les systèmes isothermes (u_α, v_α), isogonaux à (u, v) sous l'angle α, correspondent aux *associées* Σ_α de Σ, et pour $\alpha = \pi/2$ on a l'*adjointe* de Σ.

Nous avons montré d'autre part (¹) que, si I est le point de la tangente en $M(u, v)$ à S à la courbe u_α(ou v_α) tel que $\overline{MI} = \sqrt{\lambda}$, la normale D en I au plan tangent en M engendre une congruence isotrope $(\mathcal{I}_\alpha)$ [la plus générale à une homothétie près]. L'enveloppée moyenne $\Sigma_{1\alpha}$ de $\mathcal{I}_\alpha$ est une surface minima engendrant, lorsque α varie, une famille de surfaces minima associées *distinctes* de la famille Σ_α de départ. Les $\Sigma_{1\alpha}$ fournissent, sur S, une nouvelle famille à un paramètre de systèmes isothermes, distincte de (u_α, v_α), à laquelle on peut associer, par la construction ci-dessus, une nouvelle famille de congruences isotropes $(\mathcal{I}_{1\alpha})$ conduisant, à son tour, à une nouvelle famille de surfaces minima associées, et ainsi de suite; d'où un procédé de transformation des familles de surfaces minima associées que l'on peut poursuivre indéfiniment.

2. On peut, au système isotherme initial (u, v), attacher une autre famille intéressante de surfaces. Sur la tangente à u_α portons, non plus $\overline{MI} = \sqrt{\lambda}$, mais $\overline{MJ} = 1/\sqrt{\lambda}$, et élevons en J la perpendiculaire Δ au plan tangent en M à S. On démontre que l'ensemble des droites Δ relatives aux différents points de S constitue une *congruence d'Appell* (A_α) [congruence normale (la plus générale à une homothétie près) admettant pour enveloppée moyenne le point O]. Il en résulte que, *si l'on transforme la congruence d'Appell relative à* O *la plus générale, en prenant l'inverse* H′ *par rapport à* S *de la projection* H *de* O *sur son rayon générateur* D, *et en menant de* H′ *la parallèle à* D, *on obtient la congruence isotrope la plus générale.*

Si dans chaque congruence (A_α) on choisit, suivant une loi continue,

---

(¹) *Comptes rendus*, 193, 1931, p. 1144.

une surface σ_α orthogonale aux rayons, on obtient ∞^1 *surfaces d'Appell associées* (σ_α et $\sigma_{\alpha+\pi/2}$ étant encore dites *adjointes*), présentant avec les *surfaces minima associées* (ou adjointes) des analogies remarquables *dues à la possibilité de définir les surfaces d'Appell au moyen de la fonction analytique la plus générale par des formules analogues aux formules de Weierstrass pour les surfaces minima.*

Si une surface minima est définie au moyen des formules de Weierstrass, de simples quadratures donnent le réseau isotherme sphérique correspondant (image des asymptotiques). Le passage d'une surface d'Appell au réseau isotherme correspondant peut être effectué d'une façon plus simple encore : *l'une des deux familles de courbes du réseau peut être obtenue, sans quadratures, par une construction géométrique très simple;* l'autre famille s'en déduit par une quadrature, conformément d'ailleurs à une proposition bien connue de S. Lie. La construction géométrique en question met en jeu, comme nous allons le voir, une interprétation intéressante des paramètres isométriques, c'est-à-dire des fonctions $\varphi(u, v)$, $\psi(u, v)$ telles que le changement $u_1 = \varphi$, $v_1 = \psi$ donne à l'élément linéaire sphérique général la forme (1).

3. L'élément sphérique ayant la forme générale

$$ds^2 = E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2,$$

φ et ψ sont déterminés par les deux équations

$$(2)\qquad \frac{\partial\psi}{\partial u} = \frac{\left(F\dfrac{\partial\varphi}{\partial u} - E\dfrac{\partial\varphi}{\partial v}\right)}{\sqrt{EG - F^2}}, \qquad \frac{\partial\psi}{\partial v} = \frac{\left(G\dfrac{\partial\varphi}{\partial u} - F\dfrac{\partial\varphi}{\partial v}\right)}{\sqrt{EG - F^2}},$$

où φ (et par suite ψ) vérifie l'équation

$$(3)\qquad \Delta_2\varphi = 0 \qquad [\Delta_2 \text{ se rapportant à l'élément linéaire général ci-dessus}].$$

Or il se trouve que si l'on considère un couple quelconque de surfaces d'Appell *adjointes* (σ, σ_1) comme enveloppées par les plans

$$Xx + Yy + Zz = \Phi(u, v), \qquad Xx + Yy + Zz = \Psi(u, v)$$

[X, Y, Z = cosinus directeurs de la normale; x, y, z = coordonnées courantes], Φ et Ψ *sont aussi liées par les relations* (2), (3). φ *et* ψ peuvent donc être indifféremment considérés, *soit comme les paramètres isométriques du système isotherme sphérique le plus général, soit comme les distances à l'origine des plans tangents aux deux surfaces d'Appell adjointes les plus générales.*

Cela étant, envisageons les plans tangents communs à une surface d'Appell σ et à la sphère S; ils déterminent une développable $\mathcal{D}$ circonscrite à S le long d'une courbe L sur laquelle φ reste constant. En substituant à σ toutes ses parallèles on obtient, sur S, ∞^1 courbes L (φ = const.) formant, d'après ce qui précède, l'une des deux familles d'un système isotherme de S [système isotherme associé à σ]. L'autre famille (L') du même système est formée par les courbes de contact, sur S, des développables circonscrites à S et aux ∞^1 surfaces parallèles à l'adjointe σ_1 de σ.

THÉORIE DES GROUPES. — *Sur les inversions dans un groupe commutatif.* Note de M. **B. de Kerékjártó**, présentée par M. Élie Cartan.

Soit G un groupe commutatif quelconque opérant dans son propre espace. Nous entendons par *inversion* par rapport à l'élément T de G la transformation qui fait correspondre à chaque élément X de G l'élément $X^{-1}T^2$; c'est une transformation involutive admettant l'élément invariant T. Si le groupe commutatif G ne contient aucun élément d'ordre 2, alors pour deux éléments distincts T et T', aussi T^2 et T'^2 sont différents, et l'inversion par rapport à T n'admet aucun élément invariant autre que T. L'inversion par rapport à T est la transformée par T de l'inversion par rapport à l'identité I. Le produit des inversions par rapport à T et à T' est l'élément $T^{-2}T'^2$ du groupe G.

Nous allons démontrer le théorème suivant :

Dans un groupe commutatif G *ne contenant aucun élément d'ordre* 2, *l'inversion par rapport à l'identité* I *est caractérisée par les propriétés suivantes : a. l'identité* I *est son seul élément invariant; b. le produit de l'inversion et de sa transformée par un élément quelconque du groupe* G *est un élément de* G.

Désignons par S une transformation de l'espace du groupe G en lui-même satisfaisant aux conditions *a* et *b*, et par S(X) l'image de l'élément X de G obtenue par la transformation S. En appliquant la condition *b* aux transformations S et $I^{-1}SI = S$, on obtient que S^2 est un élément du groupe G admettant l'élément invariant I, donc

$$S^2 = I.$$

De la condition *b*, nous concluons ensuite

$$S.TST^{-1} = T',$$

par conséquent

$$ST = T'TS.$$

La transformation à gauche transforme l'élément variable X de G en S(X)T, la transformation à droite en S(XT'T); nous avons donc la relation

$$S(XT'T) = S(X)T.$$

En posant $X = I$, comme $S(I) = I$, on obtient $T = S(T'T)$, et en remplaçant T'T par Y, nous obtenons la relation

$$S(XY) = S(X).S(Y).$$

Soit $Y = S(X)$, alors $S(Y) = X$, et

$$S[X.S(X)] = S(X).X.$$

Comme le groupe G est commutatif, on a $S(X).X = X.S(X)$; la dernière relation signifie donc que l'élément X.S(X) est invariant par la transformation S. De la condition *a*, on conclut donc que $X.S(X) = I$, et alors

$$S(X) = X^{-1}.$$

Comme applications du théorème que nous venons de démontrer, nous mentionnons les suivantes :

Si G est le groupe des translations de l'espace euclidien à *n* dimensions, notre théorème caractérise les symétries par rapport aux points de l'espace.

Si G est le groupe linéaire complexe $z' = cz$, notre théorème caractérise les inversions $z' = a^2/z$.

A l'aide de ce dernier résultat, on peut déduire simplement le théorème suivant que j'ai indiqué ailleurs :

Soit G *un groupe de transformations topologiques de la surface d'une sphère en elle-même conservant le sens, satisfaisant aux conditions suivantes. Pour deux triples de points* A, B, C *et* A', B', C', *il existe une transformation de* G *et une seule qui transforme* A, B, C *en* A', B', C'*; celle-ci varie continûment avec le triple* A', B', C'. *Les transformations de* G, *qui laissent un point* U *invariant et qui sont régulières excepté au point* U, *forment un sous-groupe de* G. *Sous ces conditions, le groupe* G *est homéomorphe au groupe homographique de la sphère.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application d'une méthode directe au problème de L. Lichtenstein* [1]. Note de M. **Marcel Godefroy**, présentée par M. Henri Villat.

J'ai défini [2] une classe de problèmes généralisant l'intégration des équations différentielles et énoncé des conditions suffisantes pour que la solution soit unique. L'application de cette méthode au système intégro-différentiel

$$(1)\qquad \frac{\partial}{\partial t}x(a,\,b,\,c,\,t)=u(a,\,b,\,c,\,t),\qquad \frac{\partial y}{\partial t}=v,\qquad \frac{\partial z}{\partial t}=w,$$

$$(2)\qquad u(a,\,b,\,c,\,t)=\frac{1}{2\pi}\iiint_{T}\frac{\eta'(z-z')-\zeta'(y-y')}{r^3}\,d\tau',$$

$$(3)\qquad \xi=\xi_0(a,\,b,\,c)\frac{\partial x}{\partial a}+\eta_0\frac{\partial x}{\partial b}+\zeta_0\frac{\partial x}{\partial c}$$

permet d'établir le théorème suivant :

Soit T_0 un ensemble ponctuel mesurable [3] en volume, d'étendue non nulle, contenu dans une sphère de diamètre D. Si les fonctions ξ_0, η_0, ζ_0 sont mesurables sur T_0, nulles en dehors de T_0, inférieures à un nombre B en valeur absolue, il existe trois fonctions x, y, z réduites, pour $t=t_0$, à $x=a$, $y=b$, $z=c$, vérifiant (1), (2), (3) et donnant lieu à des inégalités (L_0/M) de Lipschitz, c'est-à-dire

$$|\,x(a_2,\,b_2,\,c_2,\,t)-a_2-x(a_1,\,b_1,\,c_1,\,t)+a_1\,|<M\,d_{12},$$

sur un intervalle $(t_0,\,t_1)$ qui dépend seulement de B, D, M.

Les dérivées $\partial x/\partial a$, ... existent presque partout et sont mesurables sur T_0, ainsi que ξ, η, ζ. J'en déduis que u, v, w, définis par (3), vérifient des (L_0/AM), A dépendant seulement de B, D, M. Considérant le champ E_t constitué par l'espace fonctionnel dont un point P_t correspond à trois fonctions x, y, z, de a, b, c, t, vérifiant des (L_0/M) et des $[L_0/A(t-t_0)]$, pour t donné sur l'intervalle (t_0,t_1) avec $t_1=t_0+(M/A)$, j'appelle distance $\|P_t^1P_t^2\|$ la borne inférieure des nombres N pour lesquels les différences x_1-x_2, y_1-y_2, z_1-z_2 vérifient des (L_0/N). Par définition,

---

[1] *Math. Zeitschrift*, 23, 1925, p. 89-154 et H. Villat, *Leçons sur la théorie des tourbillons*, Paris, 1930, chap. X à XIII.

[2] *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 593.

[3] Cf. H. Lebesgue, *Leçons sur l'intégration et la recherche des fonctions primitives*, Chap. VI.

τ_h fera passer de P_t, caractérisé par $x(a, b, c, t)$, au point $P' = \tau_h P$ qui correspond à

$$x'(a, b, c, t+h) = x(a, b, c, t) + hu(a, b, c, t), \ldots,$$

avec u, v, w, définis par (2). Appelant ω_h la famille de transformations $x(a, b, c, t+h) = x(a, b, c, t)$, je prends comme classe Φ l'ensemble des trajectoires $\{P(t)\}$ pour lesquelles $\|\tau_h P_t, \omega_h P_t\|$ tend vers zéro avec h, et je démontre que le problème initial équivaut à la recherche de l'intégrale de classe Φ de τ_h, issue du point P_{t_0} auquel se réduit E_{t_0}. La réalisation des hypothèses indiquées dans ma Note précédente justifie alors l'énoncé ci-dessus.

Pour que le système (1), (2), (3) caractérise le mouvement d'un fluide parfait incompressible illimité, j'établis la suffisance des conditions suivantes :

La pression et l'accélération du fluide sont des fonctions continues du point considéré. Le champ des forces extérieures est continu et dérive d'un potentiel. La vitesse est nulle à l'infini et ses composantes vérifient des inégalités de Lipschitz. Le tourbillon est nul en dehors d'un ensemble ponctuel T mesurable et tout entier à distance finie.

Si ces hypothèses sont vérifiées en t_0, il existe un mouvement unique assurant leur conservation. C'est celui que définit la méthode des approximations successives, dans le cas plus spécial étudié par M. H. Villat, lorsque les composantes de la vitesse sont soumises à des conditions de Hölder du second ordre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de formation du cinnamate d'ammonium.* Note de Mme **Dora Markowska**.

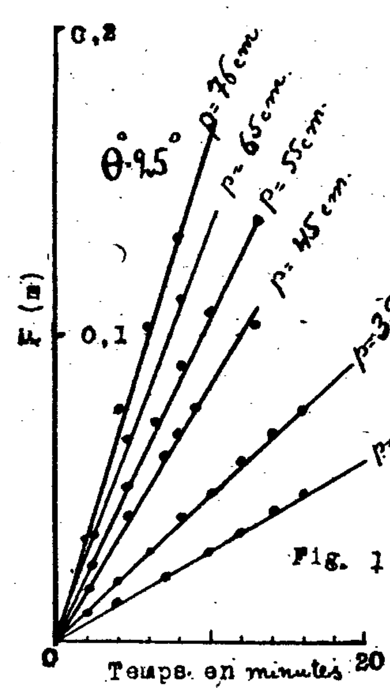
L'évolution du système acide cinnamique-ammoniac étend à un cas nouveau mes précédentes recherches [1] [2] sur la cinétique de la neutralisation d'acides ou bases faibles, solides par un réactif gazeux. Pour suivre la formation du cinnamate, j'ai employé l'acide cinnamique Poulenc pur, fondu, pulvérisé et tamisé très soigneusement entre deux tamis nos 150-240. Les grains obtenus avaient une grosseur comprise entre 15 et 65 μ avec une fréquence très prononcée au voisinage de 40-45 μ.

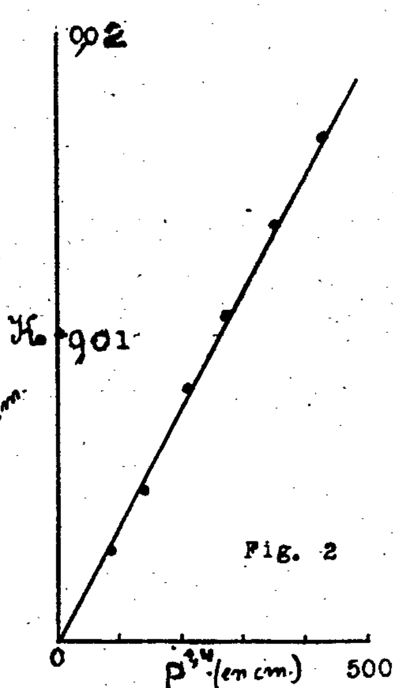
---

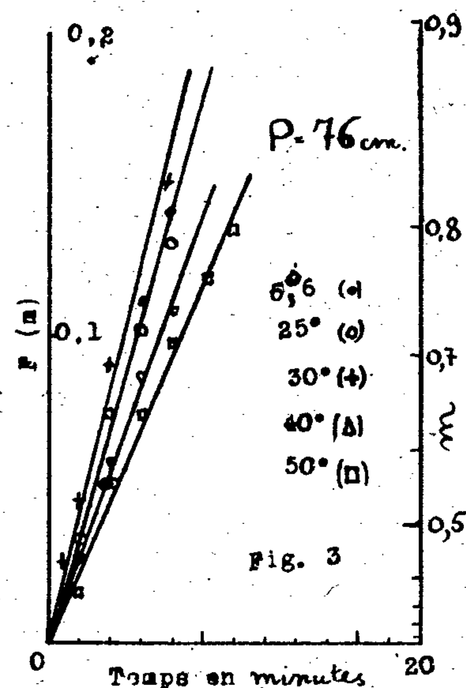
[1] *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1648; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 6, 1939, p. 1522 et 1541.

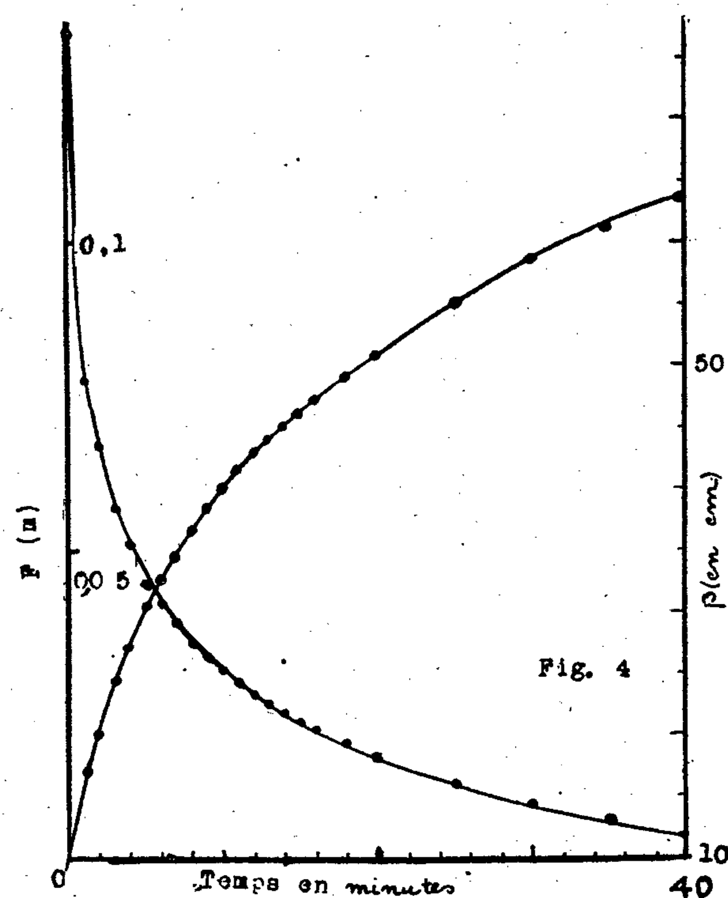
[2] *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1727; 209, 1939, p. 879.

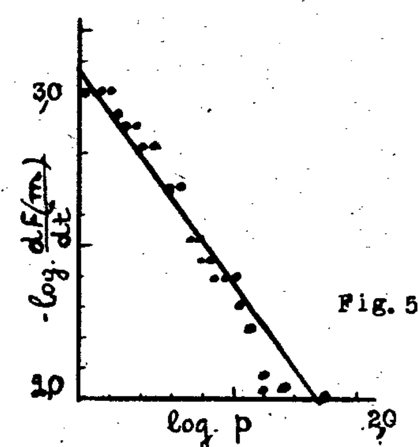
Le gaz ammoniac était désséché sur une colonne de potasse avant son introduction dans l'appareil.











L'équation de M. Valensi ([3]), qui représente l'évolution d'échantillons pulvérisés, s'écrit, dans le cas du cinnamate d'ammonium,

$$F(m) = 7,289 - (1 - m)^{\frac{2}{3}} - 6,289(1 + 0,159\,m)^{\frac{2}{3}} = \mathcal{K}\frac{t}{e_0^2}$$

(m taux d'évolution; e_0 épaisseur des grains; t-temps $\mathcal{K}$ constante).

([3]) *Comptes rendus*, 202, 1938, p. 309 et 414; *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 4, 1937, p. 668.

La densité du cinnamate a été trouvée par la méthode de suspension dans des mélanges de tétrachlorure de carbone et de xylène; elle est égale à

$$D^{4}_{20} = 1,2006.$$

La figure 3 représente en coordonnées $[t, F(m)]$ une série d'isothermes effectivement rectilignes. Le coefficient de température est faible. La vitesse de réaction ne changeant pas depuis 5°,6 jusqu'à 25°, passe par un maximum vers 30° et diminue quand on continue à élever la température. L'analogie avec le système acide benzoïque-ammoniac [1] est à remarquer.

La figure 1 exprime une série d'isobares relatives à 25°; la figure 4, une expérience isochore, représentée par les variations chronométriques de $F(m)$ d'une part, et la pression d'autre part. Les figures 2 et 5 s'en déduisent respectivement. Le coefficient $\mathcal{K}$ apparaît ainsi proportionnel à la puissance 1,4 de la pression d'ammoniac.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la variation, à température constante et en fonction de la concentration, de la chaleur différentielle de dissolution de quelques corps organiques normaux dans leurs solutions aqueuses étendues.* Note de M. **Jean Perreu**.

I. *Introduction.* — Soit une solution aqueuse, étendue et homogène, d'un corps organique normal A, de masse moléculaire m_A, renfermant p_A grammes de corps dissous dans 100^g d'eau; la concentration moléculaire c_A de la solution est égale à $p_A \times 18/m_A \times 100$. Désignons par q_{c_A} la chaleur moléculaire différentielle de dissolution du corps A dans la solution de concentration c_A, à T°; q_{c_A} est fonction de T et de c_A. En solution diluée et à température constante, j'ai observé que q_{c_A} varie proportionnellement à la concentration c_A. Si Δq_{c_A} représente, en calories-grammes, la variation de la chaleur différentielle de dissolution quand la concentration croît de 0 à c_A, on a la relation approchée

$$(1) \qquad \frac{\Delta q_{c_A}}{m_A} = \frac{k p_A \times 18}{m_A \times 100}.$$

En posant $\Delta q_{c_A}/m_A = \delta q_{c_A}$, et $K = 18\,k$, il vient

$$(2) \qquad \delta q_{c_A} = \frac{K \times p_A}{m_A \times 100}.$$

Dans cette égalité le premier membre représente la variation spécifique de la chaleur différentielle de dissolution du corps A; le coefficient K, à T°, est une constante qui caractérise le solvant employé.

II. *Substances étudiées.* — J'ai mesuré, au calorimètre de Berthelot, vers 12°C., les chaleurs de dissolution différentielles de quelques corps organiques, dans leurs solutions aqueuses étendues. La variation de température observée est lue à la loupe, sur un thermomètre au 1/100e de degré, ce qui permet d'évaluer le 1/1000e de degré. La variation de concentration des solutions, au cours d'une mesure, est généralement inférieure à 1 %; les chaleurs trouvées sont rapportées à la concentration moyenne dans chaque expérience. Voici quelques résultats obtenus :

Corps étudiés.	m_A.	p %.	q cal-g.	p %.	q cal-g.	p %.	q cal-g.	p %.	q cal-g.	K (au voisinage de l'origine).
Urée	60	0; 0,4	−3620	5; 5,3	−3530	10; 10,3	−3440	15; 15,2	−3370	1840
Acétamide ..	59	0; 0,5	−2060	5; 5,45	−2150	10; 10,3	−2240	15; 15,1	−2320	1820
Mannite	182	0; 0,07	−4835	5; 5,3	−4920	10; 10,4	−5020			1850
Glucose.....	180	0; 0,4	−2340	5; 5,25	−2250	10; 10,3	−2160			1850
Saccharose ..	342	0; 0,45	− 840	5; 5,30	− 930	10; 10,25	−1010			1840
Glycol......	62	0; 0,6	1670	5; 5,5	1580	10; 10,5	1480			1840
Glycérine...	92	0; 0,3	1220	6,2; 6,8	1100			15; 15,2	960	1850

Les deux valeurs p % données dans chaque mesure représentent la concentration initiale et la concentration moyenne de la solution étudiée.

III. *Conclusions.* — Ces résultats montrent qu'au voisinage de l'origine des concentrations, c'est-à-dire en milieu dilué, le coefficient K est sensiblement égal à la constante cryoscopique de l'eau. D'autre part, les variations spécifiques des chaleurs différentielles de dissolution correspondant à un même changement de concentration moléculaire, sont les mêmes en valeur absolue, pour les substances normales, c'est-à-dire pour les corps qui ne subissent ni condensation, ni décomposition.

Enfin une même variation de la concentration p %, de leurs solutions aqueuses, entraîne, pour différents corps normaux A, B, C, des Δq moléculaires égaux en valeur absolue.

IV. *Remarque.* — L'expérience montre en outre que, si deux corps normaux A et B sont sans action chimique mutuelle, on peut, pour déterminer la variation de la chaleur de dissolution moléculaire du corps A dans l'eau et dans la solution aqueuse de ce corps à p %, remplacer le corps à dissoudre A par le corps B. Le Δq moléculaire observé est le même, au

signe près, dans les deux cas

$$\Delta q_{c_A} = \Delta q_{c_B} = \frac{K p_A}{100}.$$

C'est ainsi que les chaleurs de dissolution moléculaires du glycol dans l'eau et dans les mélanges glycérine-eau, de concentrations initiales 7,9 % et 10 %, sont respectivement égales à 1670, 1530 et 1480^{cal}. Celles de l'acétamide dans l'eau et dans la solution glycérine-eau à 10 % sont égales à — 2060 et — 2240^{cal}; dans la solution urée-eau à 10 % on trouve — 1880^{cal}; dans une solution aqueuse de glycol à 10 %, l'effet thermique observé est de — 2250^{cal}.

Les chaleurs de dissolution trouvées, pour l'urée, dans l'eau et dans les solutions acétamide-eau, à 10 % et 15 %, sont respectivement égales à — 3620, — 3440 et — 3370^{cal}.

Les Δq moléculaires observés dans l'eau et dans le mélange (A-eau) à p % sont donc les mêmes, en valeur absolue, pour les corps normaux étudiés.

V. *Application.* — Il résulte de cette étude que l'on peut déterminer la masse moléculaire des corps normaux solubles dans l'eau, à partir de leurs chaleurs différentielles de dissolution en solution aqueuse étendue. Il suffit d'effectuer deux mesures de chaleur de dissolution : l'une dans le solvant pur, l'autre en solution diluée, et de calculer la variation spécifique, δq_{c_A}, correspondante. La relation (2) donne

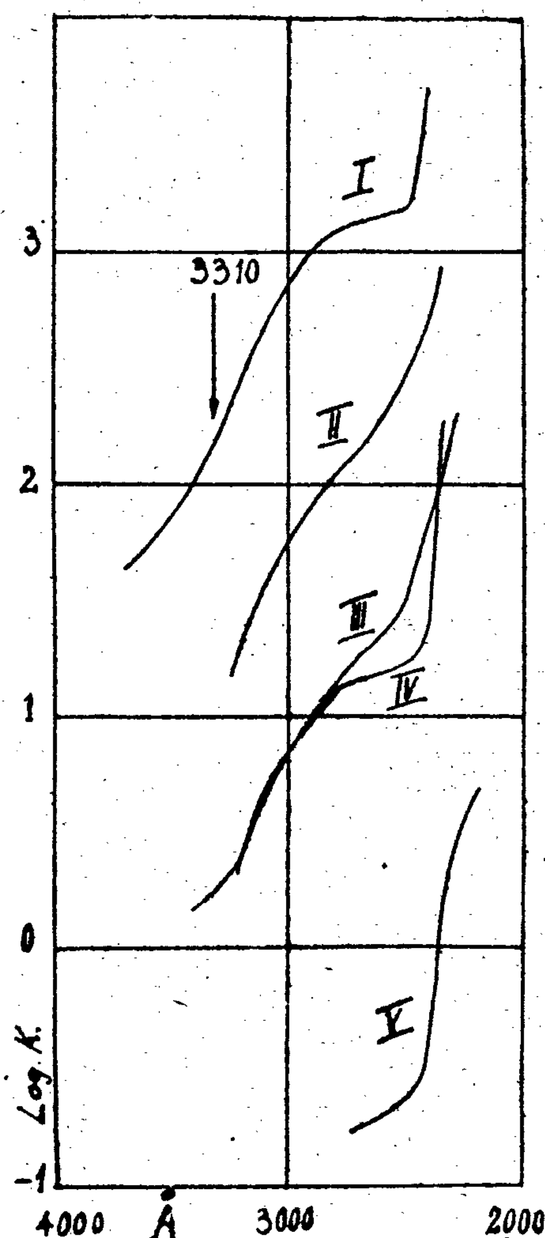
$$m_A = \frac{k p_A}{\delta q_{c_A} \times 100}.$$

D'après la remarque précédente, la précision des mesures peut être améliorée en substituant au corps A à dissoudre dans les liquides étudiés, un autre corps B de masse moléculaire connue, lorsque B est plus soluble que A et présente une chaleur de dissolution plus grande, en valeur absolue, que ce dernier.

On obtient enfin de meilleurs résultats, ainsi que je le montrerai prochainement, en remplaçant l'eau par des solvants organiques, dont le coefficient K est plus élevé.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre ultraviolet des paraffines et des vaselines.* Note de MM. **Edmond Vellinger** et **Bernard Thomas**, présentée par M. Jean Perrin.

On sait que les hydrocarbures paraffiniques, quels que soient les poids moléculaires, ne présentent pas de spectres caractéristiques dans la région ultraviolette allant du visible à 2000 Å environ. Les hydrocarbures



Courbe I. — Résidu solide obtenu par distillation d'une vaseline dans le vide cathodique. Poids moléculaire, 753; point de fusion moyen, 59°.

Courbe II. — Fraction n° 3, solide, obtenue par distillation d'une vaseline dans le vide cathodique. Poids moléculaire, 432; point de fusion, 56°,6.

Courbe III. — Huile extraite d'une vaseline au trichloréthylène et distillée dans le vide cathodique. (Fraction n° 3.)

Courbe IV. — Paraffine cristallisée.

Courbe V. — Huile pensylvanienne raffinée à l'oléum.

cycliques saturés ne paraissent pas se distinguer beaucoup des hydrocarbures aliphatiques correspondants. C'est ainsi que la courbe d'absorption

du cyclohexane dans la région de Schumann se confond à peu près avec celle de l'hexane normal. Or les paraffines cristallisées extraites du pétrole présentent une absorption 100 fois plus forte (courbe IV) qu'une huile paraffinique dont tous les noyaux aromatiques ont été éliminés par un traitement à l'oléum (courbe V). On peut donc affirmer que les cristaux de paraffine ne se composent pas exclusivement d'hydrocarbures paraffiniques mais renferment aussi un constituant plus absorbant, probablement des noyaux aromatiques assez fortement substitués pour que les bandes caractéristiques n'apparaissent pas (sauf la bande diffuse située à 2600 Å environ, commune à toutes les huiles minérales) ([1]).

Il n'est pas encore possible de dire s'il s'agit d'une seule espèce de molécules ou de plusieurs formant une solution solide.

Ces observations sont à rapprocher de celles de N. Yanaquis ([2]) qui dans une étude sur la constitution des paraffines conclut à la présence de carbures saturés à noyaux.

Les vaselines distillées dans le vide cathodique donnent des fractions très absorbantes. Le résidu solide (courbe I) présente une absorption très élevée du même ordre de grandeur que les huiles minérales. L'absorption de la fraction 3 (courbe II), solide à la température ordinaire, est moins forte que celle du résidu.

On peut extraire de la vaseline, avec du trichloréthylène, une partie huileuse qui, soumise à la distillation dans le vide cathodique, donne des fractions dont l'absorption est relativement faible (courbe III). La fraction solide est donc moins paraffinique que la fraction liquide.

On peut conclure que les paraffines cristallisées et les vaselines renferment une proportion non négligeable d'hydrocarbures absorbants dans l'ultraviolet du quartz, probablement de constitution aromatique plus ou moins fortement substituée.

PHYSICOCHIMIE. — *Sur le spectre Raman de quelques métatungstates à l'état cristallin et en solution aqueuse.* Note de M[lle] **Marie Théodoresco**, présentée par M. Charles Fabry.

Poursuivant nos études sur les tungstates, nous avons pris le spectre Raman des métatungstates suivants :

([1]) Voir notre précédente Note, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 882.
([2]) *Ann. Off. Nat. Comb.*, 1934, p. 295 et 1938, p. 1083.

Métatungstate de sodium, auquel on attribue généralement la formule dualistique $4WO^3$, Na^2O, $10H^2O$. Nous avons préparé ce corps d'après Copaux [1] à partir de l'*hydrate jaune* WO^3, H^2O et du *tungstate neutre de sodium*. L'hydrate tungstique a été également préparé par nous d'après Copaux [1], en traitant du tungstate neutre de sodium par du chlorure de calcium. Après lavages répétés, le tungstate de calcium a été attaqué à l'ébullition par l'acide chlorhydrique concentré.

a. Spectre Raman des solutions aqueuses de métatungstate de sodium. — Non seulement nous constatons un triplet, mais encore deux des raies les plus fortes du triplet se dédoublent pour donner chacune un doublet : 972 — 960 cm^{-1}, 941 cm^{-1}, 897 — 887 cm^{-1}. L'ensemble forme comme un paquet de raies isolé du reste du spectre qui nous a permis de repérer encore des raies larges et floues. Nous donnons à ces dernières une valeur moyenne, puisque le pointage précis n'est pas possible, 415 cm^{-1} environ, 324 cm^{-1} environ, 211 cm^{-1} environ.

b. Spectre Raman des cristaux de métatungstate de sodium. — Un quadruplet dont une des raies les plus intenses se dédouble de façon très nette (le dédoublement de l'autre raie intense n'est pas clair) : 972 cm^{-1}, 945 cm^{-1}, 916 cm^{-1}, 882-867 cm^{-1}. En dehors de ce paquet de raies, nous constatons comme pour les solutions les raies larges et floues, assez noyées dans le fond continu : 426 cm^{-1} environ, 324 cm^{-1} environ, 232 cm^{-1} environ.

Métatungstate de baryum, $4WO^3$, BaO, nH^2O. — Ce sel étant très peu soluble, nous n'avons pas pris le spectre Raman des solutions. Les cristaux ont été obtenus au laboratoire par Mlle Cordier, qui donnera la préparation dans une autre publication. Quoique moins net à cause de la diffusion intense de ces cristaux, le spectre Raman est analogue à celui du métatungstate de sodium; un paquet de raies isolé : 979 cm^{-1} environ, 941 cm^{-1} environ, 901 cm^{-1} environ, 878 cm^{-1} environ. Le fond continu ne nous permet pas de faire un pointage précis. Vers les fréquences Raman décroissantes, nous constatons comme pour le métatungstate de sodium les raies larges et floues dont nous donnons une valeur moyenne : 431 cm^{-1} environ, 329 cm^{-1} environ, 232 cm^{-1} environ.

Conclusion. — Les métatungstates sont donc des corps bien définis, puisqu'ils ont un spectre Raman caractéristique. Ce spectre est différent

---

(1) *Annales de Chim. phys.*, 8 série, **17**, 1909, p. 217.

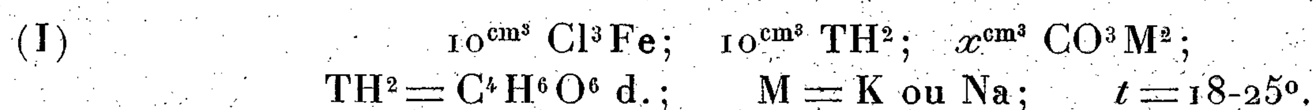
de celui des tungstates neutres déjà publié par nous ([2]). Une fois de plus, le rôle de l'eau dans la configuration moléculaire est évident, mais non pas aussi net que dans notre exemple des molybdates neutres de sodium et de potassium ([3]). Nos métatungstates sont fortement hydratés à l'état cristallin et la solution du métatungstate de sodium, le seul que nous ayons pu étudier dans cet état, a un spectre Raman analogue dans sa disposition à celui de l'état cristallin; il comprend quelques modifications dans le détail seulement. Il serait intéressant de chercher des métatungstates cristallisés contenant moins de molécules d'eau. C'est ce que nous nous proposons de faire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques ferritartrates.* Note de Mme **Éliane Poulenc-Ferrand**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les travaux de Franke ([1]) et de Pariselle et Delsal ([2]) ont montré l'existence de l'acide ferritartrique et de ses sels en solution. Cependant, malgré ces travaux et ceux de Paira ([3]), Pickering ([4]) et d'autres auteurs plus anciens, nos connaissances sur les ferritartrates, en particulier à l'état solide, sont encore incomplètes.

Nous avons repris l'étude de la précipitation de solutions de chlorure ferrique et d'acide tartrique par les carbonates alcalins et donnons ci-après les résultats de deux premières séries d'essais.

Préparation et purification des précipités. — Nous avons mélangé les solutions titrées de chlorure ferrique et d'acide tartrique et ajouté goutte à goutte la solution de carbonate alcalin. Les précipités sont séparés par filtration de leur eau mère lorsque tout dégagement de gaz carbonique a cessé. On lave à l'eau ceux d'entre eux qui y sont insolubles; les autres sont repris deux fois par l'alcool à 60°; on essore les uns et les autres sous vide et l'on sèche à l'alcool à 95° et à l'abri de la lumière.



(I) $10^{cm^3}\,Cl^3Fe$; $10^{cm^3}\,TH^2$; $x^{cm^3}\,CO^3M^2$;
$TH^2 = C^4H^6O^6$ d.; $M = K$ ou Na; $t = 18\text{-}25°$.

([2]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 175.
([3]) T. Darmois et Mlle M. Théodoresco, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1308.

([1]) *Ann. der Chem.*, **486**, 1931, p. 242-284.
([2]) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 83.
([3]) *Ber. d. chem. Ges.*, **47**, 1914, p. 1773-1776.
([4]) *J. Chem. Soc.*, **103**, 1913, p. 1354.

A. *Solutions* M/1. — *a*. $x < 10$, pas de précipité; *b*. $10 \leq x \leq 20$, précipité ocre insoluble dans l'eau; *c*. $25 \leq x \leq 35$, dissolution partielle du précipité ocre; *d*. $x = 35$, dissolution complète du précipité ocre, puis dépôt cristallin rouge brique; *e*. $x > 35$, pas de précipité.

Analyses b. — M = Na.

x.	C %.	Fe %.	Na %.	C/Fe.	
10.....	15,82	24,45	Néant.	3,02	Perte à l'étuve : 18 % environ.
15.....	15,57	24,12	–	3,00	
20.....	15,41	24,06	–	3,00	Résultats analogues avec M = K.

La valeur C/Fe = 3 indique que l'acide tartrique et le fer sont dans le rapport 3/4. De plus, une molécule d'eau par atome de fer ne part pas à l'étuve ou sur l'acide sulfurique. Nous considérons donc le composé ocre comme un acide de formule $[Fe^4T^3(OH)^4]H^4$, $10H^2O$, dans lequel les atomes d'hydrogène des oxhydryles joueraient un rôle acide et le fer serait tétracoordiné.

En effet la partie non dissoute de (*c*) et le dépôt cristallin obtenu dans (*d*) sont constitués respectivement par les différents sels acides et par le sel neutre de $[Fe^4T^3(OH^4]H^4$ et du métal alcalin employé.

C'est ainsi que nous avons pu préparer

1° $[Fe^4T^3(OH)^4]Na^2H^2$; 2° $[Fe^4T^3(OH)^4]K^2H^2$; 3° $[Fe^4T^3(OH)^4]Na^3H$; 4° $[Fe^4T^3(OH)^4]K^3H$; 5° $[Fe^4T^3(OH^4)Na^4$; 6° $[Fe^4T^3(OH)^4]K^4$.

Propriétés de l'acide ferri-aquo-tartrique et de ses sels. — Tous sont insolubles dans l'alcool et l'éther, solubles dans les acides minéraux et l'acide tartrique. La solubilité dans l'eau croît de l'acide (insoluble) au sel neutre (très soluble), les sels de potassium étant respectivement moins solubles que les sels de solution. La sensibilité à la chaleur et à la lumière varie en sens inverse : $[Fe^4T^3(OH)^4]H^4$ est décomposé si la température dépasse 58°, $[Fe^4T^3(OH)^4]Na^4$ si elle dépasse 90°. A la lumière diffuse les composés prennent une teinte vert sale qui, en plein soleil, vire rapidement à l'orangé.

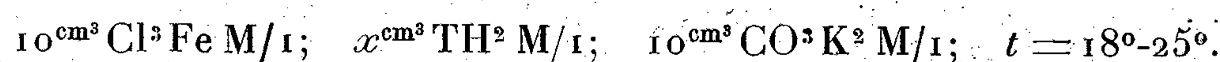
Propriétés complexes. — Le fer est dissimulé à ses réactifs habituels, sauf à $S(NH^4)^2$.

Stabilité. — A la température ambiante et à l'abri de la lumière les composés se maintiennent intacts; dans leur eau mère, seuls l'acide et le sel neutre sont stables. Tous sont très sensibles aux traces d'eau qu'ils retiennent et doivent être énergiquement essorés.

Cristallisation. — Les deux sels neutres, qui seuls sont cristallisés, se présentent sous forme de fines aiguilles rouge brique atteignant plusieurs millimètres de longueur. A notre connaissance on n'avait obtenu jusqu'ici pour ce genre de composés que des précipités microcristallins.

B. *Solutions* M/10. — Au cours de ces essais nous avons retrouvé l'acide ferri-aquo-tartrique et sans doute le sel neutre de potassium, mais ce dernier s'est formé en quantité insuffisante pour pouvoir être analysé.

II. Dans une deuxième série d'expériences, c'est l'acide tartrique qu'on a fait varier, au lieu que ce soit le carbonate alcalin :


10^{cm^3} Cl^3Fe M/1; x^{cm^3} TH^2 M/1; 10^{cm^3} CO^3K^2 M/1; $t = 18°$-$25°$.

a. $x < 6$, précipités colloïdaux ocre verdâtre;

b. $6 \leq x \leq 10$, précipitation de $[Fe^4T^3(OH)^4]H^4$;

c. $x > 10$, pas de précipité.

Les précipités obtenus pour (*a*) se décomposent en séchant.

En résumé, lorsque nous avons mis en présence, en solution M/1 ou M/10, une molécule de sel ferrique et 0,6 à 1 molécule d'acide tartrique, la neutralisation de l'acide minéral libéré nous a donné :

1° Un acide $[Fe^4T^3(OH)^4]H^4$, nH^2O (pH < 3 à la fin de la précipitation);

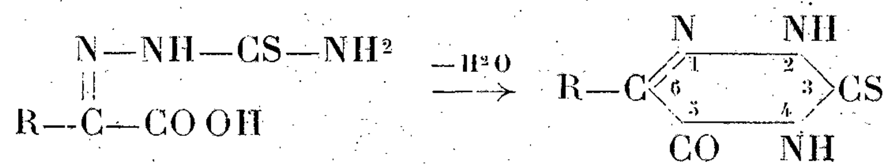
2° Les sels à 2, 3, 4 atomes de potassium ou de sodium de cet acide ($3 \leq$ pH ≤ 8 à la fin de la précipitation).

Les mesures optiques faites sur des mélanges sel ferrique + acide tartrique par Franke [1] et Pariselle et Delsal [2] indiquent qu'en solution il se forme l'acide ferritartrique (FeT)H. Cependant, lorsqu'on neutralise le mélange afin d'obtenir un précipité, il doit y avoir une hydrolyse, car nous n'avons jamais obtenu (dans les solutions où $Fe/TH^2 \geq 1$) que les composés précédemment décrits.

Il semble qu'un acide ocre précipité par Franke précisément dans ces conditions soit identique à l'acide ferriaquotartrique.

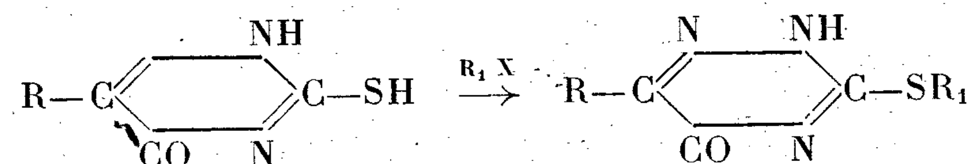
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle série de dérivés alcoylés des* as-*sulfoxytriazines*. Note de M. **Eugène Cattelain**, présentée par M. Marcel Delépine.

Comme l'ont montré J. Bougault et L. Daniel [1], les thiosemicarbazones des acides α-cétoniques fournissent, par déshydratation, des *as*-sulfoxytriazines, dont on admet la numérotation conventionnelle suivante :



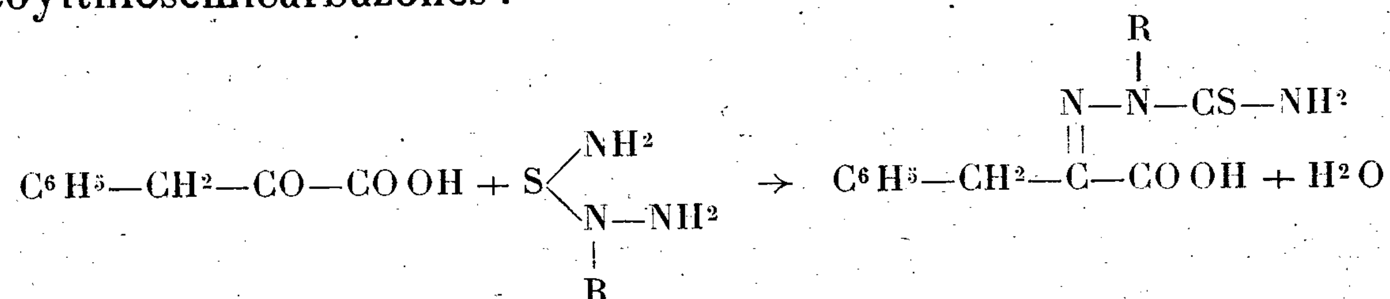
Bien que se comportant comme des monoacides en présence de la phénolphtaléine, ces composés donnent des dérivés mono- et dialcoylés.

Nous avons établi (²) que le composé obtenu en éthérifiant une *as*-sulfoxytriazine par un halogénure d'alcoyle est un S-éther, le soufre réagissant sous sa forme thiolique :

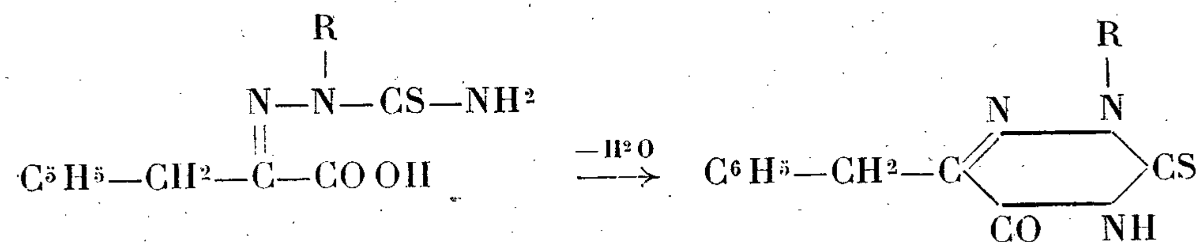


L'objet de cette Note est de décrire le mode d'obtention et les propriétés d'une nouvelle série de dérivés substitués à l'azote, le radical alcoylé étant fixé sur l'atome d'azote en position 2.

Les 2-alcoylthiosemicarbazides, dont nous avons décrit (³) le mode de préparation, se combinent avec l'acide phénylpyruvique en donnant des 2-alcoylthiosemicarbazones :



Or ces composés, par déshydratation, se cyclisent en fournissant une sulfoxytriazine substituée à l'azote :



Cette cyclisation s'effectue aisément sous l'action des alcalis dilués. Alors que la transformation en benzylsulfoxytriazine nécessite un contact prolongé ou une ébullition de plusieurs heures avec un excès de lessive alcaline diluée, la cyclisation des 2-alcoylthiosemicarbazones de l'acide phénylpyruvique est très rapide à froid et peut s'accomplir sans excès d'alcali.

La 2-alcoylthiosemicarbazone de l'acide phénylpyruvique est délayée

---

(²) E. Cattelain, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1656 et 1912.

(³) E. Cattelain, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 799.

dans une petite quantité d'eau et le mélange additionné, en présence de phénolphtaléine, de soude diluée, jusqu'à dissolution; le dérivé N-substitué précipite immédiatement par addition d'acide acétique dilué.

Le précipité obtenu est constitué, non par la 2-alcoylthiosemicarbazone de l'acide phénylpyruvique régénérée, mais par le composé cyclique correspondant (détermination du poids moléculaire par acidimétrie et points de fusion différents), le groupe alcoylé étant donc situé en position 2.

Propriétés. — Les 2-alcoylthiosemicarbazones de l'acide phénylpyruvique sont très solubles dans l'alcool éthylique, l'acétone, l'éther, insolubles dans l'eau à froid, solubles à chaud. Elles décomposent les carbonates et les bicarbonates alcalins.

Les dérivés N-substitués en 2 de la benzylsulfoxytriazine sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool fort, peu solubles à froid dans l'alcool à 70°, très solubles à chaud dans le même solvant, ce qui permet leur purification. Ils sont solubles dans les alcalis dilués et reprécipitent sous l'action d'un courant de gaz carbonique, ce qui démontre qu'ils sont très faiblement acides (atome d'hydrogène relié à l'atome d'azote situé en position 4), suffisamment toutefois pour permettre un titrage en présence de phénolphtaléine.

COMPOSÉS NOUVEAUX OBTENUS. — 1° *2-alcoylthiosemicarbazones de l'acide phénylpyruvique :*

2-méthyl, F. vers 250° (se sublime dès 230-240°) en se décomposant. Poids mol. (par acidimétrie), calculé 251; trouvé 249.

2-benzyl, F. 174°. Poids mol. (par acidimétrie), calculé 327; trouvé 327.

2° *Dérivés* N-*alcoylés en* 2 *de la benzylsulfoxytriazine :*

Dérivé méthylique, F. 153°,5. Poids mol. (par acidimétrie), calculé 233; trouvé 232.

Dérivé benzylique, F. 123°. Poids mol. (par acidimétrie), calculé 309; trouvé 309.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques méthodes générales de préparation des β et α-alcoyl-phénylhydrazines.* Note de M. **PANOS GRAMMATICAKIS**, présentée par M. Marcel Delépine.

A. *Préparation des β-alcoyl-phénylhydrazines.* — J'ai établi que l'on pouvait obtenir des β-alcoyl-phénylhydrazines en traitant les phénylhydrazones des aldéhydes par des magnésiens RMgX [1]. Poursuivant l'étude des alcoylphénylhydrazines, j'ai constaté depuis que ces substances peuvent

(1) *Comptes rendus,* **202**, 1936, p. 1289; **204**, 1937, p. 1262.

s'obtenir aussi très simplement et avec de bons rendements en faisant réagir, en milieu xylénique et de 140° à 150°, un sel d'alcoyle (halogénure, sulfate, arylsulfonate, etc.) sur la $\alpha.\beta$-diformylphénylhydrazine sodée [C^6H^5.N(COH).N(COH)Na](I), et hydrolysant par ClH concentré à froid la $\alpha.\beta$-diformyl-β-alcoyl-phénylhydrazine [C^6H^6.N(COH).N(COH).R] formée. Le dérivé sodé (I), qui se prépare facilement au moyen de NH^2Na en milieu éthéré, benzénique ou xylénique, se présente sous forme d'une poudre insoluble dans ces solvants et hygroscopique.

J'ai ainsi préparé les β-alcoyl-phénylhydrazines suivantes : 1° β-méthyl-phénylhydrazine; 2° β-éthyl-phénylhydrazine; 3° β-benzyl-phényl-hydrazine; 4° β-(1-phényl-propyl)-phénylhrazine



[C^6H^5.(C^2H^5)CH.NH.NH.C^6H^5].

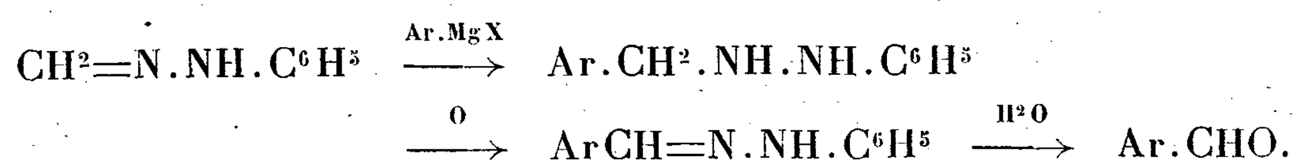
Remarque I. — Au cours de ces recherches, j'ai constaté que :

1° si l'on remplace l'$\alpha.\beta$-diformyl-phénylhydrazine par d'autres $\alpha.\beta$-diacidyl-phénylhydrazines (diacétyl-, dibenzoyl-, succinyl-phénylhydrazines, etc.), il n'y a aucun avantage, ni au point de vue des rendements, ni au point de vue de la simplicité;

2° si l'on utilise, au lieu de l'$\alpha.\beta$-diformyl-phénylhydrazine des β-acidyl-phényl-hydrazines (β-formyl-, β-benzoyl-, β-aryl-sulfonyl-phénylhydrazines, etc.), on obtient, en général, un mélange de β-alcoyl- et α-alcoyl-phénylhydrazines, les proportions respectives de ces alcoyl-phénylhydrazines β et α dépendant des conditions expérimentales;

3° au lieu des sels de Na des phénylhydrazines acidylées précédentes, on peut utiliser les complexes du type C^6H^5.N(COH).N(CHO).MgX (III) provenant de l'action, en milieu éthéré, de CH^3.Mg.I ou C^2H^5.Mg.Br sur les phénylhydrazines acidylées (²).

Remarque II. — Les alcoyl-phénylhydrazines du type R.CH^2.NH.NH.C^6H^5 (IV) préparées par la méthode précédente [ainsi qu'à partir de la méthylène-phényl-hydrazine (³)] peuvent être employées pour l'obtention des aldéhydes R.CHO, du fait que ces alcoyl-phénylhydrazines (IV) s'oxydent facilement en phénylhydrazones des aldéhydes. J'ai obtenu ainsi le benzaldéhyde, les toluylaldéhydes (*o-*, *m-*, *p-*) et les anisaldéhydes (*o-* et *p-*), préparations qui peuvent être schématisées cemme suit :



$$CH^2{=}N.NH.C^6H^5 \xrightarrow{Ar.MgX} Ar.CH^2.NH.NH.C^6H^5 \xrightarrow{O} ArCH{=}N.NH.C^6H^5 \xrightarrow{H^2O} Ar.CHO.$$

B. *Préparation des α-alcoyl-phénylhydrazines.* — Pour l'obtention de ces substances à partir de la phénylhydrazine, on ne signale, à ma connais-

(²) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 207.
(³) *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1262.

sance, que le procédé de Michaelis ([4]); cette méthode conduit à la formation d'un mélange d'α-alcoyl-phénylhydrazines, d'alcoyl-anilines et d'aniline, du fait que la préparation de la phénylhydrazine sodée au moyen de Na, peu commode d'ailleurs, est accompagnée d'une réduction de la phénylhydrazine en aniline et NH^3.

J'ai pu éviter tous les inconvénients du procédé précédent en ajoutant à la phénylhydrazine sodée (1^{mol}), obtenue par introduction lente de la phénylhydrazine (1^{mol}) dans une suspension de NH^2Na (1^{mol}) dans le benzène (ou l'éther), 1^{mol} d'un dérivé alcoylé (iodure, bromure, sulfate, etc.), et en chauffant pendant quelque temps (2 à 5 heures) ([5]).

J'ai préparé ainsi avec d'excellents rendements les α-alcoyl-phénylhydrazines suivantes : 1° α-méthyl-phénylhydrazine; 2° α-éthyl-phénylhydrazine; 3° α-isopropyl-phénylhydrazine; 4° α-benzyl-phénylhydrazine.

En résumé, j'ai montré que l'utilisation de NH^2Na comme agent de sodation permet d'obtenir commodément des dérivés (alcoylés, acidylés) de la phénylhydrazine ([6]).

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations cytologiques sur* Spirulina versicolor *Cohn.* Note ([1]) de Mlle **Berthe Delaporte**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

Spirulina versicolor s'est développée abondamment sur des Algues rouges conservées dans un bocal rempli d'eau de mer depuis trois mois au Laboratoire. Elle forme des sortes de membranes d'un rose violacé ou d'un vert grisâtre composées presque uniquement de ces curieuses Cyanophycées en forme de ressort à boudin serré. On observe toujours quelques trichomes verts parmi les roses ou roses parmi les verts. En avançant, les trichomes tournent sur eux-mêmes, suivant leur axe, dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre, et quelquefois décrivent une hélice à tours très lâches.

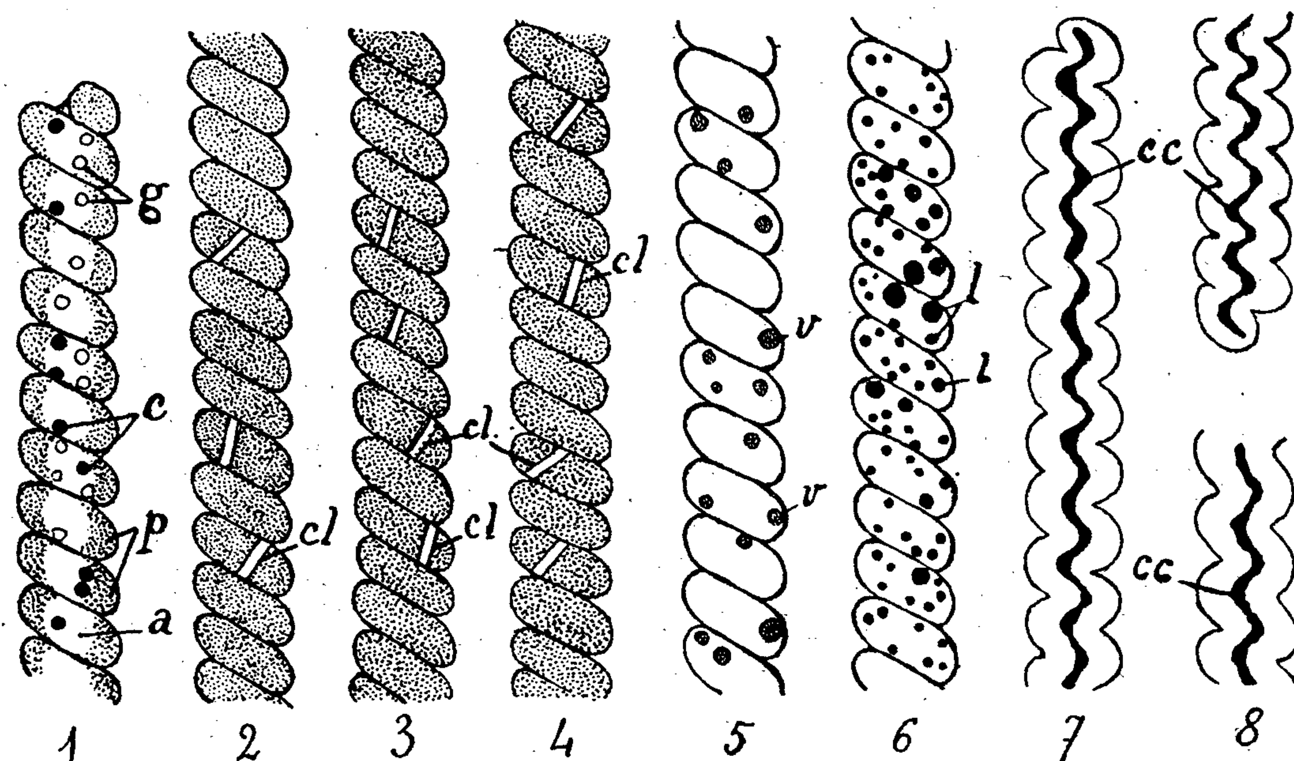
([4]) *Liebig's Ann.*, 252, 1889, p. 266.

([5]) Pour obtenir les rendements indiqués dans la préparation des β- et α-alcoyl-phénylhydrazines, il est nécessaire d'utiliser une agitation mécanique énergique au cours de la réaction.

([6]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1911; 209, 1939, p. 994.

([1]) Séance du 12 février 1940.

Le pigment est localisé dans la région périphérique, donnant l'aspect d'un feston coloré (*p*, *fig.* 1), tandis que l'axe central (*a*) paraît incolore. On voit presque toujours de petites inclusions d'un rouge orangé vif situées à la limite entre ces deux régions (*c*) et des granules assez réfringents (*g*).



Spirulina versicolor. — Grossissement, environ 2250 fois.

Cette espèce appartient à la section des *Euspirulina*, caractérisée par l'absence de cloisons transversales visibles sur le vivant.

Nous ne pensons pas qu'une Euspiruline ait jamais fait l'objet d'une étude cytologique : seule la question de l'existence de membranes transversales a préoccupé les algologues. La plupart de ceux-ci ont observé la présence de membranes transversales après avoir effectué divers traitements et colorations et en ont vu souvent de 1 à 4 par tour de spire.

En coloranl les trichomes par une solution concentrée de bleu de méthylène (5 %) dans l'eau de mer additionnée de potasse, nous avons décelé, dans certains trichomes, la présence de cloisons non colorées (*cl*) espacées de 2, 3 ou 4 tours d'hélice, ou davantage, et irrégulièrement placées ainsi que le montrent les figures 2 à 4.

Les plus petits fragments de trichomes isolés observés dans les préparations microscopiques ont 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 tours d'hélice : les cellules n'ont donc pas toutes une longueur exacte de 2 spires, bien qu'on observe fréquemment, à la suite d'un traumatisme très localisé, une altération de 2 spires seulement.

Les colorations vitales montrent la présence de vacuoles, situées à la périphérie des filaments et contenant de la métachromatine condensée (*v*, *fig.* 5, coloration par le bleu de crésyle). Les solutions alcoliques de Soudan III ou de noir Soudan colorent de nombreuses petites sphérules

lipidiques (*l*, *fig.* 6). Nous avons observé aussi la présence de glycogène colorable en acajou par l'iode en solution dans l'iodure de potassium dans quelques trichomes.

Les colorations vitales au bleu de crésyle ou au bleu de méthylène permettent en outre de remarquer la présence, dans l'axe du trichome, d'un élément (*cc*) que l'on distingue très nettement sur les préparations colorées par l'hématoxyline ferrique (*fig.* 7) ou par la réaction nucléale de Feulgen (*fig.* 8). Cet élément retient la laque ferrique et apparaît en violet par la réaction de Feulgen. On le voit dans tous les trichomes et il va d'une extrémité à l'autre. On remarque bien çà et là quelques interruptions de ce filament, dues peut-être à la présence d'une cloison transversale, mais ordinairement ces techniques ne permettent pas de constater la position des cloisons transversales.

La teinte rouge orangé des inclusions visibles *in vivo* dans les trichomes rappelant celle du carotène, nous avons essayé sur ces inclusions les réactions des caroténoïdes (acide sulfurique concentré et iodo-iodure de potassium). Ces réactions ont été nettement positives. D'autre part, ces inclusions ne sont pas biréfringentes et leur teinte paraît trop intense pour que l'on puisse penser à des inclusions lipidiques contenant un lipochrome à l'état dissous; il s'agit donc de grains amorphes dont la teinte rappelle, par ailleurs, plutôt celle du lycopène de la Tomate que celle du carotène de la Carotte; pour ces diverses raisons, il nous semble que ces grains sont constitués par un caroténoïde différent du carotène.

En résumé, l'étude cytologique de *Spirulina versicolor* nous a montré que cet organisme ne semble pas nettement différent des autres Cyanophycées. Comme dans les Algues bleues, on constate la présence d'un élément central, absolument constant et possédant les caractères de la chromatine et de l'acide thymonucléique, élément que l'on a coutume de désigner sous le nom de corps central et auquel on attribue le rôle de noyau de la cellule, et, en outre, dans la région périphérique, qui seule possède le pigment, des vacuoles contenant de la métachromatine, des globules lipidiques, du glycogène.

Nous avons observé aussi des inclusions rouge orangé, dues vraisemblablement à un caroténoïde, tout à fait analogues à celles que nous avions déjà remarquées dans une autre Cyanophycée.

Bien qu'il nous ait été impossible de déceler, dans tous les trichomes et à des distances à peu près constantes, l'existence de cloisons transversales, la présence certaine de cloisons transversales permet de conclure que *Spirulina versicolor* est construite sur le type des autres Cyanophycées.

ALGOLOGIE. — *Sur la structure du procarpe et le développement du gonimoblaste chez* Lejolisia mediterranea. Note [1] de M. et Mme **Jean Feldmann**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

Cette petite Céramiacée, relativement rare dans la Méditerranée, a été souvent prise comme type de Céramiacée dans les ouvrages classiques.

Décrite en 1859 par E. Bornet [2], elle n'a fait l'objet d'aucune recherche ultérieure, et la structure de son procarpe et le mode de développement de son gonimoblaste restaient mal connus. Nous avons pu les étudier sur des échantillons dragués par 25 mètres de profondeur aux environs de Banyuls-sur-Mer (Pyr.-Or.), fin juillet 1939.

Les procarpes sont situés à l'extrémité des rameaux latéraux composés de trois à quatre cellules axiales, très courtes, sauf la cellule inférieure. La cellule axiale fertile est la deuxième ou la troisième cellule de ce rameau à partir du sommet. Elle donne naissance à trois cellules péricentrales dont l'une constitue la cellule-support qui produit, sur sa face externe, une cellule stérile, et latéralement un rameau carpogonial quadricellulaire dont la cellule terminale constitue le carpogone et se prolonge par un trichogyne long et cylindrique. Le procarpe du *Lejolisia* se rapproche donc de celui des *Ptilothamnion*, qui présente la même structure. Il diffère de celui des *Spermothamnion* par le fait que la cellule axiale fertile est souvent la troisième cellule du rameau et non régulièrement la seconde, et surtout par l'absence, sous la cellule axiale fertile, d'une autre cellule axiale spécialisée, riche en matières de réserve.

Après la fécondation, la cellule-support se divise en deux. La cellule inférieure constitue la cellule basale et la cellule supérieure la cellule dans laquelle pénètre le noyau diploïde provenant du carpogone fécondé. Il est probable que cette pénétration s'effectue par l'intermédiaire d'une cellule de jonction (cellule sporogène), mais nous n'avons pas réussi à observer ce stade dans nos préparations.

La cellule auxiliaire se divise en deux pour former à son sommet la cellule-mère du gonimoblaste d'où naissent un petit nombre de volumineuses carpospores ovoïdes ou pyriformes, insérées sur la cellule-mère du

---

(1) Séance du 12 février 1940.

(2) *Ann. Sc. nat. Bot.*, 4e série, 11, 1859, p. 88.

gonimoblaste, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une petite cellule stérile.

Au cours du développement du gonimoblaste, la cellule axiale située sous la cellule axiale fertile donne naissance à un verticille de filaments

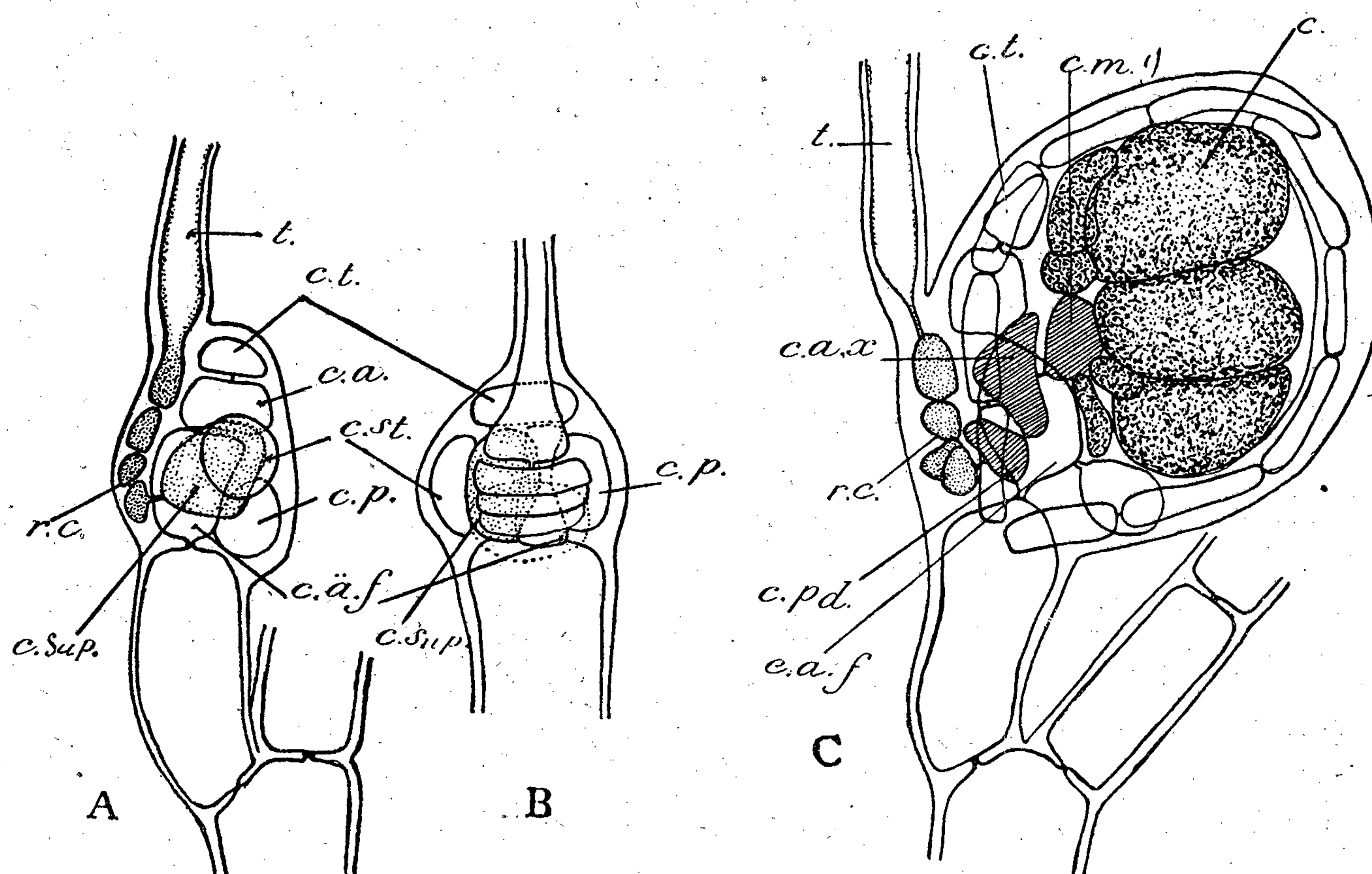


Fig. A. Procarpe vu de côté. — Fig. B. Procarpe vu de face. — Fig. C. Gonimoblaste en voie de développement.

c. t., cellule terminale; *c. a.*, cellule axiale; *c. a. f.*, cellule axiale fertile; *c. p.*, cellule péricentrale; *c. sup.*, cellule-support; *c. st.*, cellule stérile; *r. c.*, rameau carpogonial; *t.*, trichogyne; *c. pd.*, cellule-pied; *c. m. g.*, cellule-mère du gonimoblaste; *c. ax.*, cellule auxiliaire; *c.*, carpospores.

pluricellulaires et parfois ramifiés qui s'accroissent à l'intérieur de la membrane générale du procarpe, formant une enveloppe continue autour du gonimoblaste et constituant ainsi un véritable cystocarpe. En même temps, le rameau carpogonial et son trichogyne, qui persiste un certain temps, sont rejetés sur le côté par le développement du cystocarpe qui prend une position terminale. A la maturité, la partie supérieure du cystocarpe se gélifie et il se forme une ouverture circulaire par où s'échappent les carpospores.

Le mode de développement du gonimoblaste du *Lejolisia*, qui ne présente qu'une seule cellule auxiliaire, diffère donc nettement de celui des *Spermo-*

thamnion chez lesquels il se développe deux cellules auxiliaires opposées. Il se rapproche par contre beaucoup de celui des *Ptilothamnion*.

Il diffère de celui de toutes les autres Céramiacées par l'existence, autour du gonimoblaste, d'une enveloppe continue comparable à celle des Rhodomélacées. Mais l'étude de son développement montre que cette enveloppe est l'homologue de l'involucre de filaments verticillés libres comme il en existe chez beaucoup de Céramiacées (*Spermothamnion* en particulier).

En résumé, l'étude de la structure du procarpe et du développement du gonimoblaste du *Lejolisia* montre que ce genre est beaucoup plus voisin du genre *Ptilothamnion* que du genre *Spermothamnion* dont on le rapprochait jusqu'ici.

ZOOLOGIE. — *Sur la relation entre la mue et le pouvoir régénérateur (à propos d'expériences de régénération chez les Dromies).* Note (¹) de Mme **Louise Nouvel**, présentée par M. Charles Pérez.

Au cours de mes expériences sur la régénération des péréiopodes chez les Crevettes (²), j'ai eu l'occasion de montrer qu'il n'y a pas de périodes de complète inactivité régénératrice dans l'intervalle séparant deux mues. En effet, l'amputation d'une patte thoracique pratiquée à n'importe quel niveau et exécutée à n'importe quel moment par rapport à la mue de l'animal est toujours suivie, après cicatrisation, de l'édification soit d'un bourgeon accrescent, soit d'un blastème se formant à l'abri de la cicatrice. Si les ablations sont exercées sur de grands individus ou durant la période de l'année où les intermues sont longues, les processus régénérateurs débutent immédiatement après la cicatrisation mais sont plus lents. Cette activité régénératrice, prête à se manifester dès qu'une amputation est pratiquée, je l'avais attribuée au fait que les Crevettes muent à des intervalles tellement rapprochés (³) que, chez elles, la nouvelle carapace doit être sécrétée de façon continue au cours de chaque intermue.

Cette relation entre la préparation de la mue ou sécrétion de la chitine et le pouvoir régénérateur ne peut être mieux démontrée qu'en pratiquant des amputations sur des Crustacés qui muent rarement. Abelous (⁴) mit en relief l'existence, au cours d'une intermue, de trois phases successives

(¹) Séance du 12 février 1940.

(²) *Comptes rendus*, **198**, 1934, p. 611; *Recueil Inst. Torley Rousseau*, **6**, II, 1937, p. 161.

(³) *Bull. Soc. zool. de France*, **58**, 1933, p. 71.

(⁴) *C. R. Soc. Biol.*, **112**, 1933, p. 1613.

dans la réaction consécutive à toute ablation : une première période d'inactivité, une seconde période d'activité morphogénétique qui coïncide avec la période de la sécrétion de la nouvelle carapace, et enfin une troisième période à nouveau d'inactivité qui précède le rejet de la carapace et qui peut se prolonger plusieurs mois chez certains individus.

Cette discontinuité dans le temps du pouvoir régénérateur est vérifiée par les expériences que j'ai eu l'occasion de faire sur *Dromia vulgaris* M. Edw. J'ai amputé une des pinces, au plan d'autotomie et ai effectué l'ablation d'une des pattes postérieures. Ces dernières présentent, chez les Dromies, un aspect caractéristique; elles sont réduites et leur insertion est rejetée sur le dos. J'ai pu maintenir ces animaux plusieurs mois en aquarium, à Banyuls, grâce à la bienveillance de M. le professeur Chatton et à la surveillance de M. Le Calvez. Comme j'avais pris la précaution d'exécuter les amputations sur des animaux de tailles [5] très variées, j'ai été très étonnée de constater que certains grands animaux qui peuvent muer tout au plus une fois par an, donnent des bourgeons de régénération au bout de très peu de temps (1 mois; ex., cas 6), alors que de petites Dromies n'avaient pas encore restauré leurs appendices lésés après 4 mois de captivité (ex., cas 1). Chez d'autres animaux fixés lors de leur mue, les moignons ne montraient aucune apparence de bourgeon (cas 2 et 9).

Le tableau ci-dessous indique les résultats obtenus.

Toutes les amputations de la pince et de la patte postérieure de chaque individu ont été effectuées le même jour (10 mai). Si les Dromies muent, elles sont fixées.

Taille.	Date de fixation.	État des moignons.
1. 18mm	15 septembre.	Cicatrice.
2. 19	Mue le 10 juillet.	Pas de bourgeon.
3. 19	1er août.	Cicatrice.
4. 20	1er »	Grands bourgeons.
5. 20	15 »	Cicatrice.
6. 25	15 juin.	Grands bourgeons.
7. 26	15 septembre.	Cicatrice.
8. 29	1er juillet.	Cicatrice.
9. 31	Mue le 25 juillet.	Pas de bourgeon.
10. 31	1er septembre.	Petits bourgeons.
11. 35	15 »	Cicatrice.
12. 40	1er »	Cicatrice.

(5) Les tailles indiquées représentent la plus grande largeur de l'animal.

On remarque immédiatement que les Dromies muent rarement, puisque des petits individus n'ont pas changé de carapace après trois mois de captivité.

Les observations rapportées ci-dessus paraissent au premier abord contradictoires. Elles trouvent leur explication dans le fait que ces Dromies sont, au moment où elles ont subi le traumatisme, à des stades de préparation de la mue très variables. Ainsi, chez les individus 4, 6 et 10, les ablations ont dû être faites en pleine période de sécrétion de la chitine. Les cas 2 et 9 montrent que la période d'activité morphogénétique a déjà cessé 2 mois avant la mue. Tous les autres cas se rapportent à des ablations qui auront été exercées soit après une mue, soit, au contraire, juste avant une mue.

J'ai tenu à vérifier les résultats macroscopiques en effectuant des coupes dans les moignons des petites Dromies (cas 3, 4 et 5) qui, après 2 à 3 mois, ne présentaient aucune trace de régénération. Tous étaient au stade de cicatrisation : l'étalement de l'hypoderme cicatriciel est achevé, mais aucune mitose ne se voit. Donc la première période, où il n'y a aucune activité génératrice, correspond bien à une période de repos entre la fin de la cicatrisation et le début de la régénération.

On remarque ainsi combien les aspects de la régénération sont différents lorsqu'on s'adresse à des Crustacés qui muent ou fréquemment (Crevettes) ou, au contraire, très rarement (Crabes et Dromies).

J'ajoute quelques indications sur la forme des bourgeons de régénération des Dromies. Que ce soient des bourgeons de pinces ou de pattes locomotrices réduites ou non, les bourgeons percent la cicatrice et poussent avec leurs articles en série parfaitement rectiligne. Les bourgeons droits n'avaient jamais encore été signalés chez des Crustacés Brachyoures où les quelques formes étudiées chez les Oxyrhynques et les Brachyrhynques sont des bourgeons externes enroulés [cf. Ch. Pérez ([5])].

ENTOMOLOGIE. — *Sur la biologie de* Myzodes (Myzus) persicæ *Sulz.* (*Hémiptère Phytophthire* Aphididæ) *en Bretagne.* Note de M. **Raymond Poisson**, présentée par M. Charles Pérez.

Myzodes persicæ Sulz. est un Puceron, connu improprement sous le nom de Puceron gris du pêcher, car, si sa pigmentation est variable, elle ne

([5]) *Livre Centenaire Soc. entomologique,* 1932, p. 473.

semble jamais être grise. C'est une espèce à peu près cosmopolite signalée des régions chaudes et tempérées du globe, même de celles où les hivers sont rigoureux. On le considère comme extrêmement abondant en France. Espèce migrante, son habitat primaire est représenté par les arbres fruitiers, surtout les Amygdalées, et en particulier le pêcher. Les plantes-hôtes secondaires seraient nombreuses [F. V. Théobald, 1909, J. Davidson, 1926 (1), Newsky 1929 (2), M. Martelli 1939) (3) etc.]; mais des vérifications en diminueraient sans doute la liste. Quoi qu'il en soit, l'Aphidien peut causer de gros dégâts, principalement au pêcher d'une part, à la pomme de terre et au tabac d'autre part. En outre, on tend à le considérer de plus en plus comme l'un des principaux agents vecteurs des maladies dites de *dégénérescence* de la pomme de terre et, d'une manière générale, comme l'un des agents de transmission de la *mosaïque* des légumes [T. Fukushi, 1937 (4), Bawden, 1939 (5)].

Des cas de maladie de *dégénérescence* étant signalés dans certaines cultures de pommes de terre en Bretagne, j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de m'efforcer de préciser la biologie de *M. persicæ* dans cette contrée de la France.

M. persicæ, nous le rappelons, est une espèce migrante, mais dont la migration est facultative. Il semble que dans toute la France moyenne, comme cela a lieu dans les régions à hivers froids, l'Aphidien hiverne à l'état d'œuf sur son hôte initial, en général le pêcher. Par contre, dans le midi de la France, en Algérie, il se multiplie toute l'année parthénogénétiquement sur des plantes adventices, sans retour à l'hôte primaire. Il en serait de même dans beaucoup de serres de la région de Paris où le Puceron se reproduit par voie agame, tout l'hiver sur diverses plantes.

A la suite d'observations effectuées cet hiver, j'ai pu me rendre compte qu'il en est de même en Bretagne, dans les régions côtières productrices de primeurs, mais dans des conditions différentes. Les pommes de terre de semence, conservées dans des caisses, sont placées dans des greniers ou des granges semi-obscures. Ces locaux ne sont pas chauffés; néanmoins, *Myzus persicæ s'y reproduit par voie agame en se nourrissant aux dépens des*

(1) *A list of British Aphids*, London, 1926.
(2) *Edit. St. exp.*, Uzbékistan, 1929.
(3) *Boll. dell. Ist. Entom. del R. Univ. Bologna*, **11**, 1939, p. 67-87.
(4) *Sapp. Soc. Agr. and Forest*, **29**, n° **139**, 1937, p. 189-216.
(5) *Plant virus and virus diseases* (*Chronica Bot.*, Comp., 1939).

germes, si courts soient-ils. En janvier et février 1940, malgré un hiver particulièrement rigoureux et qui a causé des dégâts importants dans les réserves de pommes de terre, j'ai constaté la présence, sur des tubercules de semence, dans certaines fermes, de nombreuses femelles parthénogénétiques aptères du Puceron, des femelles ailées et des jeunes à différents stades larvaires.

Pour les tubercules les plus infestés, les germes d'abord, le tubercule ensuite se ramollissent et se flétrissent, ou bien la sève s'écoulant par les multiples piqûres, mouille la pomme de terre, favorisant ainsi l'infection par des mycéliums, en particulier le *Phytophthora infestans* (Mont.) (Mildiou).

Il est à noter que l'Aphidien recherche de préférence les tubercules situés dans les endroits les moins éclairés montrant ainsi, en cette période de l'année, un phototropisme nettement négatif. Il résulte de ces premières observations qui jusqu'ici se rapportent surtout à la région malouine, grande productrice de pommes de terre, que l'Aphidien *Myzodes persicæ* peut se multiplier par voie agame pendant tout l'hiver sur les tubercules, et en particulier sur ceux réservés aux semences, dans les granges et greniers. Cette multiplication agame continue hivernale, qui peut favoriser l'extension des maladies de *dégénérescence*, n'empêche pas en outre, dans cette même région, l'existence possible d'une hivernation du Puceron dans la nature à l'état d'œuf, sur le pêcher par exemple, arbre très commun dans tous les jardins. Il y aurait donc lieu de traiter par des insecticides les tubercules de semence pendant la période hivernale, et cela jusqu'à l'époque des *emblavures*, au même titre que les pêchers au printemps, pour diminuer le nombre des formes migratrices.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Préparation et poids moléculaire de la myoglobine de cheval (hémoglobine musculaire) cristallisée.* Note [1] de M. **Jean Roche** et Mlle **Hélène Vieil**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le poids moléculaire de la myoglobine de Cheval a fait jusqu'ici l'objet de déterminations présentant une certaine discordance, bien qu'elles aient

[1] Séance du 12 février 1940.

toutes été basées sur l'ultracentrifugation du pigment. Sa valeur serait en effet égale à 34800 pour Theorell ([2]) et à 17500 pour Pedersen, dont les résultats n'ont pas été publiés dans leur ensemble, mais ont été à plusieurs reprises cités par Svedberg ([3]). Ayant mis au point un procédé de préparation simple de l'hémoglobine musculaire cristallisée, nous nous sommes proposé d'en déterminer le poids moléculaire par osmométrie. Nous espérions obtenir ainsi des données permettant à la fois de contrôler les résultats de l'ultracentrifugation de la myoglobine et de préciser le poids moléculaire de celle-ci.

L'hémoglobine du muscle squelettique de Cheval a été extraite par macération du tissu haché dans trois fois son volume d'eau distillée pendant 12 heures à 0°. La solution ainsi obtenue contient en abondance des protéines incolores, de petites quantités d'hémoglobine sanguine et le pigment musculaire. Or la myoglobine est beaucoup plus soluble dans les milieux riches en sels neutres que les autres protéines extraites simultanément [Morgan ([4])]; aussi la sépare-t-on en précipitant ces dernières par addition à la macération musculaire de sulfate d'ammonium en quantité correspondant à 90-92 % de la saturation en ce sel à 20°. Lorsque cette opération a été bien conduite, la solution filtrée ne renferme pas d'autre protéine que la myoglobine; il suffit alors de l'enrichir progressivement en sulfate d'ammonium jusqu'à la limite de la saturation en celui-ci pour provoquer la cristallisation du pigment en prismes allongés, associés en éventail, comme dans le mode opératoire décrit par Theorell. La myoglobine ainsi obtenue a été dissoute dans de l'eau distillée, méthémoglobinisée par action du ferricyanure de potassium et débarrassée de ses impuretés salines par dialyse sous pression à 0°.

La pression osmotique et le poids moléculaire du chromoprotéide ont été déterminés par la méthode d'Adair ([5]) appliquée à des solutions en équilibre osmotique à 0° avec des mélanges tampon de phosphates alcalins M/15 (Sörensen) de pH 6,82. Les résultats obtenus ont été rassemblés dans le tableau ci-après, où C désigne la concentration des solutions en protéine ($g./100^{cm^3}$), p la pression osmotique observée (mm. Hg),

---

([2]) *Biochem. Ztschr.*, **268**, 1934, p. 46.

([3]) *Nature*, **139**, 1937, p. 1051; *Proc. Roy. Soc.*, A, **127**, 1939, p. 1.

([4]) *Journ. of biol. Chem.*, **112**, 1936, p. 557.

([5]) *Proc. Roy. Soc.*, A, **120**, 1928, p. 573.

$\pi = p/C$ la pression osmotique par unité de concentration et M/Φ le poids moléculaire calculé au facteur Φ près ([5]), Φ étant pratiquement égal à l'unité dans les cas étudiés.

Préparation.	C.	*p*.	π.	M/Φ.
I	2,33	24,85	10,66	15 970
III	1,75	16,32	9,32	18 270
I	0,95	9,74	10,25	16 610
II	0,93	8,83	9,45	18 020
II	0,68	6,72	9,88	17 240
III	0,57	6,17	10,87	15 670
III	0,26	2,55	9,80	17 380
			Moyenne......	16 850

Ces résultats permettent de conclure que le poids moléculaire de la myoglobine de Cheval est égal, aux erreurs d'expérience près, à 16800 ; ils sont en accord avec ceux obtenus par Pedersen à l'aide d'une méthode essentiellement différente.

L'hémoglobine musculaire du Cheval est donc, comme les érythrocruorines endoglobulaires des diverses Lamproies (Svedberg et Eriksson-Quenssel, Roche et Fontaine) un monomère Hb (*unité* de Svedberg) contenant un atome-gramme de fer par molécule. Elle se différencie à cet égard des hémoglobines sanguines des Vertébrés supérieurs, Hb_4, de poids moléculaire égal à 68 000 (Adair, Svedberg), lesquels peuvent se dissocier réversiblement en dimère Rb_2 en présence d'urée (Burk et Greenberg, Steinhardt) ou sous l'action de la chaleur (Roche et Chouaiech). Comme tous les pigments hémoglobiniques (myoglobines, érythrocruorines, hémoglobines) sont constitués par l'union du même groupement prosthétique, la protohématine, à une protéine particulière à chacun d'eux (Roche), il apparaît que la nature de celle-ci doit, dans une certaine mesure, déterminer la taille de leurs molécules.

PROTISTOLOGIE. — *Le chondriome des Eugléniens et des Cryptomonadines.* Note (1) de M. **André Hollande**.

Les mitochondries chez les Flagellés libres sont mal connues; elles ont échappé généralement à l'attention des chercheurs, qui décrivent, comme chondriome, les enclaves cytoplasmiques les plus diverses : grains péripharyngiens et sphérules lipidiques des Cryptomonadines; vacuoles, granules cytoplasmiques, corps mucifères des Eugléniens. La grande fragilité des mitochondries, leur destruction par l'acide acétique, leur coloration élective difficile, même après bonne fixation, expliquent ces multiples confusions. Nous nous bornerons à présenter ici les résultats de nos recherches concernant *Chilomonas paramæcium* (Cryptomonadine incolore), et divers Eugléniens sans chlorophylle (Astasiacées, Péranémacées) où nous avons mis en évidence un chondriome typique, semblable, à sa localisation près, à celui des cellules animales ou végétales.

Chez *Chilomonas paramæcium*, le chondriome se présente sous la forme de petits chondriocontes, fort nombreux et serrés les uns contre les autres. Ils sont disposés immédiatement sous la membrane, sans ordre apparent, mais parfois plus ou moins bien orientés le long des stries cuticulaires. Leur taille, assez réduite, varie peu; leur forme est, soit celle de petits bâtonnets épais, sinueux, soit celle d'haltères. Ils n'élaborent pas d'amidon. Nous n'avons pu les mettre en évidence par la coloration vitale au vert Janus; par contre, dans les sujets traités par la solution iodo-iodurée, ils apparaissent réfringents et prennent une teinte brune très légère. En coupe optique, les mitochondries constituent sur les bords du Protiste, après action de ce réactif, une zone brunâtre très nette. La fuchsine d'Altmann, après fixation spéciale, fournit des préparations très électives.

Chez les Eugléniens incolores, Péranémacées et Astasiacées, le chondriome est très développé, localisé à la périphérie de la cellule, sous les téguments. Il se présente d'ordinaire sous forme de chondriocontes droits ou sinueux (*Anisonema*, *Entosiphon*, *fig.* B), qui dans une même espèce sont, selon les individus, longs et minces ou plus courts et épais; parfois

(1) Séance du 30 octobre 1939.

même, on ne voit que de courts bâtonnets. Dans les *Petalomonas* (*fig.* A) *Notosolenus, Sphenomonas,* ainsi que chez *Astasia longa* et d'autres Astasiacées, les chondriocontes sont généralement *ramifiés,* comme cela s'observe, entre autres, chez les Volvocales [Hovasse (²)] et dans les Champignons du genre *Saprolegnia* (Guilliermond); les branches sont parfois si

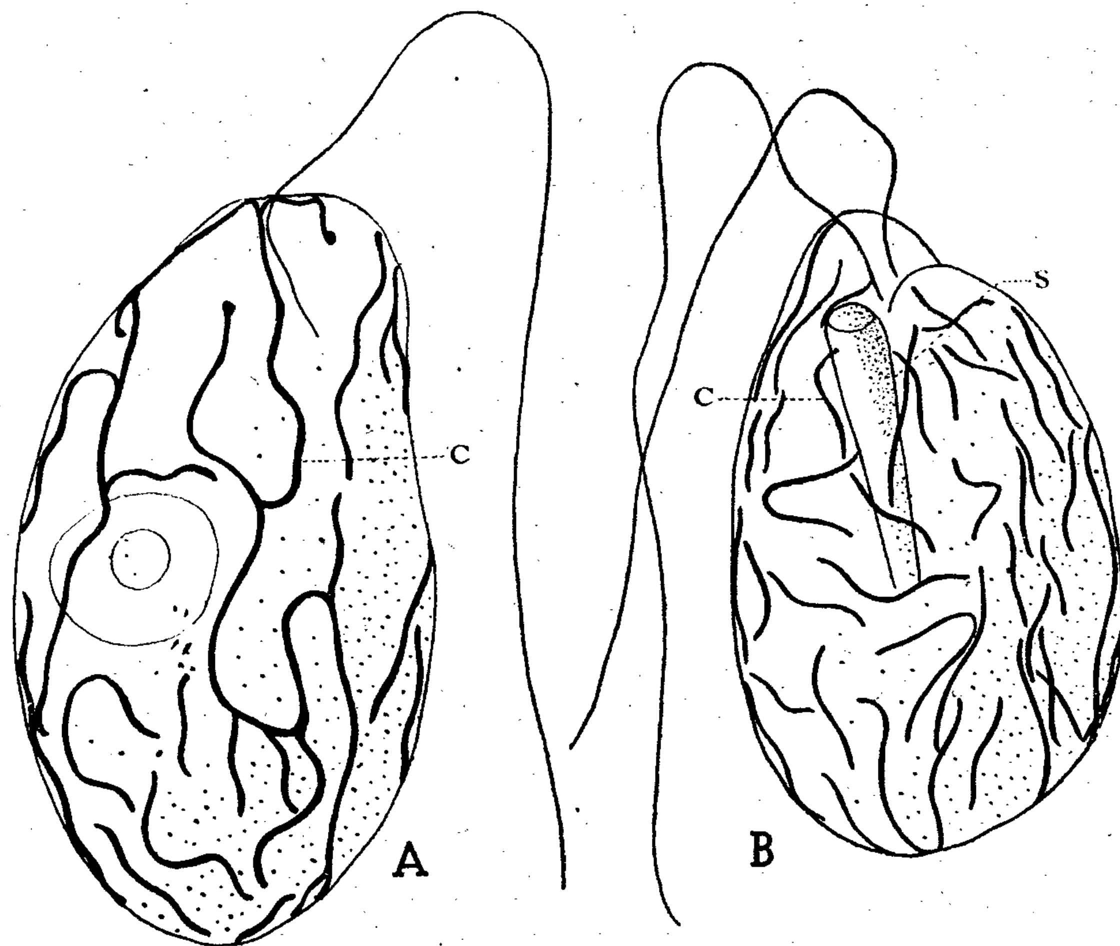


Fig. A. — *Petalomonas Steinii* Klebs. Avec chondriocontes ramifiés (*c*).
Fig. B. — *Entosiphon sulcatum* Stein. Avec chondriocontes non ramifiés (*c*); *s*, organe en bâtonnet.

longues et si nombreuses qu'elles simulent un réseau. Seul, l'examen minutieux de frottis permet de reconnaître l'individualité des divers chondriocontes. Les ramifications ne sont toutefois que transitoires; elles manquent chez certains individus où s'observent des chondriocontes typiques portant de place en place des épaississements, points de formation probables de futures branches.

Les éléments mitochondriaux ne se confondent nullement avec les organites sous-cuticulaires, connus sous le nom de corps mucifères ou de trichocystes, avec lesquels ils coexistent parfois. Nous n'observons aucun rapport entre le chondriome et l'appareil de Golgi (parabasal du *Chilo-*

(²) Hovasse, *Bull. Biol. France et Belgique,* 71, ii, 1937, p. 221-236.

monas[3], dictyosomes des Eugléniens [4]. Chondriome, appareil de Golgi, système mucifère ou trichocystique constituent des catégories d'organites entièrement distinctes et indépendantes les unes des autres.

Les critères du chondriome chez les Crytomonadines et les Eugléniens seront :

1° sa localisation sous-tégumentaire (cf. Infusoires, Péridiniens, Volvocales);

2° sa morphologie (chondriocontes ramifiés ou non et soumis à des variations dépendant probablement de facteurs physiologiques);

3° ses réactions cytologiques (destruction par l'acide acétique, affinité spécifique pour la fuchsine d'Altmann).

M. **Léon Guillet** présente un Mémoire de M. Albert Metral intitulé *Un phénomène physique nouveau et ses applications industrielles.*

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.

---

(3) Hollande, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 370-372.

(4) Hollande, *C. R. Soc. Biol.*, **127**, 1938, p. 517.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de janvier 1940.

Cook-Voorhees-Lipman. Contribution of Rutgers to Soil Science, par Selman A. Waksman. Extrait de *Rutgers Alumni Monthly*, 1939; 1 fasc. 23^{cm}.

The Method of proximate analysis and its application to the Study of Plant residues, Composts, and Humus formations, par Selman A. Waksman. Extrait de *Transactions of Third Commission of International Society of Soil Science*. New Brunswick, N. J., 1939, Vol. A; 1 fasc. $23^{cm},5$.

The Role of Microorganisms in the Conservation of the Soil, par Selman A. Waksman et James P. Martin. Extrait de *Science*, Vol. XC. New Brunswick, New Jersey Agricultural Experiment Station, 1939; 1 fasc. 23^{cm}.

The specific effect of Zinc and other heavy metals on growth and fumaric-acid production by Rhizopus, par Jackson W. Foster et Selman A. Waksman. Extrait de *Journal of Bacteriology*, Vol. XXXVII, n° 6, juin 1939. New Brunswick, New Jersey Agricultural Experimental Station; 1 fasc. $25^{cm},5$.

Soil microbiology-Approaches and Accomplishments, par Selman A. Waksman. Extrait des *Annales de l'Institut de Recherches agronomiques de Roumanie*. Vol. X. Bucuresti, Imprimerie Nationale, 1939; 1 fasc. $24^{cm},5$.

Respiration and Lactic acid production by a fungus of the genus Rhizopus, par Selman A. Waksman et Jackson W. Foster. Extrait de *Journal of agricultural Research*, Vol. LVII, n° 12. Washington, 1939; 1 fasc. 23^{cm}.

Hydrogéologie. Introduction à l'étude des eaux destinées à l'alimentation humaine et à l'industrie, par Paul Fourmarier. Paris, Masson et Cie, et Liége, H. Vaillant-Carmanne, S. A., 1939; 1 vol. 25^{cm}.

Observatoire de Zi-Ka-Wei. *Le pendule élastique inversé. Son application au nivellement des instruments astronomiques. Quelques essais*, par le P. Maurice Burgaud S. J. Shanghaï. Imprimerie de la mission catholique, 1939; 1 fasc. 31^{cm}.

Exposition internationale de l'eau. Liége, 1939. *Comptes rendus du Congrès des sciences mathématiques de Liége* (17-22 juillet 1939). Liége, Georges Thone, 1939; 1 vol. 25^{cm}.

Bulletin de l'Institut océanographique. *Observations océanographiques de surface dans l'Océan Atlantique et dans l'Océan Pacifique*, par Jules Rouch. Monaco, 1939; 1 fasc. 25^{cm}.

École d'application de l'Artillerie navale. *Balistique intérieure théorique*, par R. Winter. Leçons professées à l'École d'application de l'Artillerie navale (1938-1939). Paris, Imprimerie Nationale, 1939; 1 vol. 24^{cm} (présenté par M. E. Esclangon).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 FÉVRIER 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **PRÉSIDENT** s'exprime en ces termes :

Il y a peu de mois, nous déplorions la mort de Charles Barrois, le doyen des géologues français; aujourd'hui j'ai le vif regret d'annoncer la perte d'un de ses contemporains, doyen des géologues et minéralogistes scandinaves, de M. Brögger, Correspondant de l'Académie depuis 1904, devenu Associé étranger en 1923.

WALDEMAR CHRISTOFER BRÖGGER, né à Kristiania (Oslo), le 10 novembre 1851, après avoir professé la minéralogie et la géologie à l'Université de cette ville, était devenu professeur à la Hogskola de Stockholm (1881), puis, en 1890, il avait été rappelé dans son pays natal pour occuper une chaire créée pour lui à l'Université de Kristiania dont, plus tard, il allait devenir le recteur (1906).

Brögger avait débuté dans la science par des travaux de zoologie (1872), mais il n'avait pas tardé à se consacrer tout entier à la minéralogie, à la géologie et à la paléontologie. D'une érudition très sûre, dépassant largement les limites de ces sciences, il s'est distingué non seulement comme excellent observateur, mais encore comme théoricien très sagace, passionné pour les idées générales et, en outre, pourvu d'un grand talent de dialecticien.

Ces qualités apparaissent surtout dans son œuvre minéralogique et pétrographique, dont le fond a été presque entièrement consacré à l'étude du sol du sud de la Norvège, mais dont les conclusions se sont largement élargies par des vues sur l'extérieur à tous les points de vue.

Depuis longtemps, la région de Kristiania était réputée par l'abondance et la richesse en minéraux de ses pegmatites. En 1890, Brögger a publié son premier grand travail, monographie des pegmatites de syénites néphéliniques et pyroxéniques, resté classique non seulement par l'abondance des faits nouveaux dans la description de minéraux rares déjà étudiés par beaucoup de cristallographes et chimistes de valeur, mais encore par la découverte d'espèces minérales nouvelles; les remarques d'ordre général, les ingénieuses comparaisons avec d'autres séries minérales y abondent.

On y trouve enfin un exposé très lumineux sur la classification des pegmatites en général, et sur les détails de leur genèse. Il n'a cessé de songer à cette question et, en 1906, puis en 1921, il a publié d'importants mémoires sur les pegmatites granitiques, riches en minéraux à corps rares, qui pendant longtemps ont été considérés comme le privilège de la Scandinavie et du Groenland.

Les recherches pétrographiques de Brögger ont eu un retentissement et une portée plus grande encore que celles qui viennent d'être rappelées. La région d'Oslo est particulièrement remarquable à cause de l'importance et de la qualité de ses roches alcalines et hyperalcalines. Brögger s'est attaché à leur étude minutieuse, du point de vue chimique, autant que minéralogique; elles l'ont conduit à devenir l'apôtre d'une théorie de la différenciation des magmas profonds et de toutes les conséquences qui en découlent. Ses mémoires sur la série grorudite-tingnaïte (1894), sur le cortège des roches filoniennes de la laurdalite (1898) sont célèbres, aussi bien que sa monographie de Predazzo, dans le sud du Tyrol, la seule infidélité qu'il ait faite à la Norvège, mais qui lui était utile pour appuyer ses doctrines. Puis, en 1920, ce fut un gros volume sur la région de Fen, consacré à des roches alcalines, à leurs phénomènes de contact et aux types lithologiques si singuliers qu'il a désignés sous le nom de *carbonatites*, riches en calcite qu'il considérait néanmoins comme d'origine magmatique.

En 1933, il a donné un mémoire sur des granites orbiculaires de Norvège, et enfin trois importants travaux sur la composition chimique des roches d'épanchement de la région d'Oslo.

Toutes ces grosses publications sont parmi les richesses des Mémoires de l'Académie des Sciences d'Oslo.

Grâce à lui, il est peu de régions du monde dont la lithologie soit aussi complètement étudiée que celle de la Norvège et ait fourni à la science autant de données nouvelles.

Les travaux consacrés à la stratigraphie, à la tectonique, à la paléonto-

logie de son pays ne sont ni moins importants, ni moins riches en résultats d'une portée générale.

Aux environs d'Oslo, un fossé tectonique, allongé de 200 kilomètres suivant une direction Nord-Nord-Est, s'étend depuis le fjord d'Oslo jusqu'aux abords de la chaîne scandinave, d'âge calédonien. A la faveur du fossé, un paquet d'assises cambriennes et siluriennes fossilifères est protégé et pincé dans les terrains cristallins du socle. Les géologues norvégiens les ont soigneusement étudiées pour établir une des meilleures échelles stratigraphiques relatives à ces terrains. Brögger y a largement collaboré. Il s'est attaché aux niveaux de passage entre le Cambrien et le Silurien, et en a fourni une belle monographie, étendant les comparaisons à toute l'Europe, notamment à la Montagne Noire, au Sud de notre Massif central français.

Les accidents tectoniques du fossé d'Oslo l'ont aussi longuement occupé : bordé et recoupé de nombreuses failles de divers âges, affecté de plissements propres, injecté de roches éruptives des plus variées, il a une histoire complexe, que Brögger a rétablie dans toutes ses phases. Il a dressé des cartes et des coupes, modèles du genre, au point qu'Ed. Suess a pu écrire qu'elles *comptent parmi les plus détaillées que nous possédions sur la formation d'une fosse d'affaissement.*

Dans l'aile orientale de la chaîne scandinave, A. E. Törnebohm et d'autres ont décrit d'importants chevauchements sur le bouclier baltique. Brögger a collaboré à les étudier en précisant que des terrains métamorphiques viennent chevaucher des séries parfois fossilifères et plus ou moins analogues à celles de Kristiania.

Dans un autre ordre d'idées enfin, on sait qu'au Quaternaire, la Scandinavie a été le centre d'extensions glaciaires qui se sont étendues loin au Sud sur les plaines de l'Allemagne du Nord. Brögger s'est attaché longuement, pour aboutir à un mémoire d'une importance capitale, aux stades de retrait, ainsi qu'aux invasions marines qui les ont immédiatement accompagnés suivant une sorte de dépression antérieure à la sortie de la Baltique actuelle. Il décrit les faunes d'une mer à *Yoldia arctica*, puis d'une mer à *Arca glacialis*, progressivement plus profondes et aussi plus étendues vers le Nord, suivies elles-mêmes dans le temps par des exhaussements avec des plages étagées à des altitudes décroissantes. Elle apporte l'une des plus précieuses contributions sur la fin des périodes glaciaires en Europe.

Ce rapide exposé fera comprendre la raison de la grande autorité dont jouissait notre Confrère dans les milieux scientifiques de tous les pays et notamment dans le nôtre.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Quantité de nourriture absorbée par les Lépidoptères à l'état d'*imagines. Note de M. **Paul Portier** et Mlle **Renée de Rorthays.**

De nombreux travaux ont été faits sur la nutrition des chenilles, aussi bien au point de vue qualitatif qu'au point de vue quantitatif; mais il ne semble exister dans la science aucune détermination de la quantité de nourriture absorbée par les Lépidoptères à l'état d'insecte parfait.

Nous avons tenté cette étude sur quelques Rhopalocères.

Voici la relation succincte d'une expérience type.

Une *Vanessa C. album* capturée le 25 septembre pèse 119^{mg}; elle est conservée à la température ordinaire dans une boîte métallique.

Le 4 octobre, donc 10 jours après, elle ne pèse plus que 73^{mg}; elle a donc perdu 46^{mg}, soit environ 38 % de son poids.

A ce moment, on lui offre un peu de miel délayé dans du jus de pruneaux. Elle déroule sa trompe et absorbe ce mélange avec avidité.

On la laisse terminer son repas volontairement, et l'on constate qu'elle pèse maintenant 109^{mg}; elle a donc gagné 36^{mg}, ce qui correspond à près de 50 % de son poids actuel.

Un homme de poids moyen qui se comporterait comme ce papillon absorberait environ 30^{kg} de nourriture à son repas.

Après ce repas, la Vanesse vit jusqu'au 12 octobre, c'est-à-dire encore 8 jours, pendant lesquels elle perd environ 30 % de son poids.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de quelques expériences analogues.

Espèce étudiée.	Nature du repas.	Poids avant le repas (en mg.).	Poids après le repas (en mg.).	Gain de poids (en mg.).	Pourcentage de l'augmentation de poids.
Papilio Machaon.....	Sirop de sucre.	424	540	116	27,3 ([a])
Vanessa Atalanta....	Jus de pruneaux.	179	209	30	16
» *C. album*....	Vin rouge sucré.	109	139	30	27,5
» »	Jus de pruneaux et miel.	73	109	36	49,7 ([b])
Apatura Iris........	Tisane de boldo sucrée.	278	294	16	5,7 ([c])

Observations. — ([a]) Conservé au frigidaire où il vit environ deux mois; ([b]) Vit encore huit jours; ([c]) La nourriture offerte ne convenait pas à cette espèce.

On voit en somme que les papillons peuvent absorber en peu de temps une quantité de nourriture qui varie de 16 à 50 % de leur propre poids.

Cette quantité est bien plus considérable qu'on ne le pensait, puisque Biedermann (¹) dit que « si les chenilles sont végétariennes et grosses mangeuses, les *imagines* vivent de nectar et mangent peu ».

CORRESPONDANCE.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur la distribution de l'énergie dans le spectre continu du Soleil entre* 4500 *et* 3300 Å (¹). Note de MM. **Albert Arnulf**, **Daniel Chalonge** et **Georges Déjardin**, présentée par M. Charles Fabry.

I. Après discussion et interprétation des données énergétiques relatives au spectre solaire (Abbot, H. H. Plaskett, Fabry et Buisson), G. F. W. Mulders (²) a cru pouvoir signaler que la courbe d'énergie du fond continu de la partie centrale du disque solaire, différant beaucoup de celle d'un corps noir, pouvait être caractérisée par deux températures de couleur : 7140°K. entre 7000 et 4000 Å et 4850°K. entre 4000 et 3000 Å. Les corrections introduites par Mulders semblant assez incertaines, nous avons essayé de les contrôler d'une manière aussi directe que possible. Reprenant l'étude spectrophotométrique du rayonnement solaire, nous nous sommes efforcés d'atteindre le fond continu lui-même, tel qu'il se manifeste dans les régions pauvres en raies jouant le rôle de fenêtres plus ou moins parfaites.

II. Le spectrographe à deux prismes de quartz (dispersion variant de 6 à 20 Å par millimètre, dans l'intervalle 3000-4500 Å), installé sur une monture équatoriale, était dirigé vers le Soleil sans interposition d'aucun système optique. Le faisceau pénétrant dans l'appareil, élargi par diffraction (largeur de la fente : 5 à 7 microns), couvrait largement un diaphragme rectangulaire limitant l'ouverture de la lentille collimatrice

---

(¹) Biedermann *in* Winterstein, *Vergleichende Physiologie*, 2, i, p. 773.

(¹) Les observations ont été faites à la Station scientifique du Jungfraujoch en 1938.

(²) *Zeits. für Astrophysik*, 2, ii, 1935, p. 132-144.

($f = 120^{cm}$). Le spectre ainsi obtenu correspondait à l'ensemble du disque solaire.

Sur chaque plaque étaient photographiés, avec la même durée de pose : 1° une série de 6 spectres du Soleil (au voisinage de son passage au méridien) diversement affaiblis par suite de l'interposition, sur le trajet des rayons incidents, d'écrans absorbants de quartz platiné ([3]); 2° le spectre d'une lampe à hydrogène dont la courbe d'énergie avait été déterminée par deux méthodes distinctes (emploi d'une cellule photoélectrique à fenêtre fluorescente, comparaison photographique avec une lampe étalon à ruban tungstène) ([4]). Pour la pose relative au spectre de l'hydrogène, la fente du spectrographe devait être notablement élargie (jusqu'à 50 μ). Dans les calculs définitifs, on a tenu compte de cet élargissement qui s'accompagne, dans le plan du diaphragme, d'un étalement du rayonnement variable avec la longueur d'onde.

Les observations ont été effectuées les 17 et 18 septembre 1938 à la Station scientifique du Jungfraujoch (Observatoire du Sphinx, altitude 3575^{m}). Afin de corriger les mesures de l'absorption atmosphérique, celle-ci a été déterminée au cours des nuits des 16, 17 et 18 septembre (période de beau temps) d'après les spectres de α Lyræ et de ε Orionis ([5]). Les résultats sont d'ailleurs très peu modifiés si l'on considère, pour effectuer les réductions, l'absorption atmosphérique calculée par la formule théorique de Rayleigh-Cabannes.

III. Utilisant les procédés classiques de la photométrie photographique, et après enregistrement des clichés à l'aide du microphotomètre de Chalonge, nous avons comparé, pour 66 longueurs d'onde comprises entre 4538 et 3290 Å, l'intensité du rayonnement solaire à celle de l'émission continue de l'hydrogène. Ces longueurs d'onde correspondent aux meilleures *fenêtres* choisies d'après l'aspect des diagrammes d'enregistrement. Le spectre de l'hydrogène ne pouvant être assimilé à celui d'un corps noir, nous avons ensuite rapporté les mesures au corps noir à 7000° K. Dans l'hypothèse où une température de couleur définie peut être attribuée

---

([3]) Ces écrans avaient été au préalable soigneusement étalonnés (G. DÉJARDIN et D. CAVASSILAS, *Revue d'Optique*, **17**, 1938, p. 41-60, et D. BARBIER, D. CAVASSILAS, D. CHALONGE et G. DÉJARDIN, *Revue d'Optique*, **18**, 1939, p. 142-145).

([4]) Cette lampe à hydrogène fera l'objet d'une publication séparée dans la *Revue d'Optique*.

([5]) A. ARNULF, D. BARBIER, D. CHALONGE, F. SCHAHMANÈCHE et N. MORGULEFF, *Annales d'Astrophysique*, I, 1939, p. 409.

au spectre continu solaire, les points ayant pour ordonnées les logarithmes des rapports d'intensités (Soleil et corps noir à 7000°K.), et pour abscisses les valeurs correspondantes de $1/\lambda$, doivent se trouver sur une droite. Il en est bien ainsi pour les longueurs d'onde suivantes (fixées à 0,5 Å près) : 4504, 4477, 4437,5, 4421, 4413, 4365, 4316,5 et 3301 Å. Tous les autres points se placent au-dessous de la droite, mais ceux qui correspondent à 4487, 4446, 4087,5 et 3400,5 Å en sont très rapprochés ([6]). La température de couleur, calculée d'après la pente de la droite, est voisine de 6200° K. (moyenne déduite de l'étude des trois meilleurs clichés). Il est possible que cette valeur soit un peu faible, mais le résultat essentiel ne semble pas douteux : le spectre continu moyen du disque solaire, dans la région 4500-3300 Å, peut être représenté approximativement par une température de couleur unique. Le résultat précédent conduit, d'après les données de Minnaert ([7]), à attribuer au centre du disque solaire une température de couleur voisine de 6600° K.

OPTIQUE ASTRONOMIQUE. — *Sur l'exécution des surfaces optiques non sphériques; application au télescope de Schmidt.* Note de M. **André Couder**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Il est difficile de donner à une surface optique, avec une grande précision, une forme qui s'écarte notablement de la forme sphérique qui est produite naturellement par l'usure résultant du frottement de deux solides dans un mouvement relatif à trois degrés de liberté. On connaît, par une brève indication de M. R. Schorr, le principe du procédé employé par B. Schmidt pour tailler la lame de verre qui, dans le type de télescope qu'il a créé, corrige par réfraction l'aberration de sphéricité du miroir auquel elle est associée. Il consiste à travailler une surface par les moyens usuels, la lame étant actuellement soumise à une contrainte qui produit une déformation élastique du verre; cette contrainte est choisie telle que sa relaxation ultérieure fasse apparaître la forme cherchée. Il est dit que Schmidt faisait agir une fraction de la pression atmosphérique en appliquant son verre sur

([6]) En nous reportant aux épreuves d'un Atlas du spectre solaire (courbes indiquant l'absorption due aux raies), qui doit être publié prochainement par M. M. Minnaert, nous avons constaté que toutes les longueurs d'onde indiquées correspondent effectivement aux *fenêtres* les plus larges apparaissant entre les raies.

([7]) *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, 2, 1924, p. 75-79.

la base d'un vase cylindrique où régnait un vide partiel. Je puis compléter ces indications et fournir, pour la mise en œuvre de ce procédé, des données numériques immédiatement applicables, en conséquence de l'étude optique de la flexion des disques de verre que j'ai publiée en 1932 et d'autres expériences que j'ai faites plus récemment.

Si la puissance optique moyenne de la lame est nulle, la forme des méridiens de ses surfaces qui procure la correction de l'aberration du miroir sphérique de longueur focale F est indépendante de la distance de la lame au miroir. Soient e l'épaisseur de la lame à la distance x de l'axe, $2X$ son diamètre, n l'indice du verre dont elle est faite. Écrivons e sous la forme générale

$$e = e_0 + ax^2 + bx^4.$$

La condition de suppression de l'aberration de sphéricité définit immédiatement la valeur de b. Mais la correction obtenue par réfraction n'est valable que pour une seule radiation. Pour réduire le plus possible l'effet de l'inégalité chromatique de l'aberration, a devra non pas être nul mais recevoir une petite valeur négative, dont le choix est d'ailleurs quelque peu arbitraire. On peut, par exemple, considérer la grandeur angulaire de l'aberration chromatique et poser qu'elle a des valeurs opposées au bord même de la lame et l'abscisse moindre où elle est maximum (condition dite de Kerber); cette convention fixe la forme de la lame :

$$(1) \qquad e = e_0 - \frac{3X^2}{64(n-1)F^3}x^2 + \frac{1}{32(n-1)F^3}x^4.$$

Je suppose que la lame est en contact avec la paroi de la chambre à vide le long d'une circonférence très voisine de son bord, car, pour toute valeur du rayon de la circonférence d'appui inférieure à X, la forme de la méridienne de flexion s'écarterait sensiblement de celle qui convient, et une retouche locale ultérieure serait nécessaire. Soit p la pression supportée par l'unité d'aire de la surface libre. Du fait de la flexion, un point d'abscisse x atteint une cote y au-dessus de la tangente au sommet de la méridienne de flexion. Dans cet état, taillons la surface au moyen d'un outil sphérique convexe de rayon R, positif. Opérons ensuite identiquement sur l'autre face de la lame. A la fin du travail, l'épaisseur en chaque point sera évidemment $e = e_0 - 2y + x^2 : R$, en négligeant un terme en $1 : R^3$. Soient E le module de traction, que j'ai trouvé valoir $7,27 \cdot 10^{11}$ c.g.s. pour le verre à glaces, et σ le coefficient de Poisson, très voisin de $1 : 4$; on a

$$(2) \qquad e = e_0 + \left[\frac{1}{R} - \frac{3(1-\sigma)(3+\sigma)}{4}\frac{pX^2}{Ee_0^3}\right]x^2 + \frac{3(1-\sigma^2)}{8}\frac{p}{Ee_0^3}x^4;$$

expression qui n'est exacte que si $|e - e_0|$ est seulement une petite fraction de e_0. En identifiant les coefficients de (1) et (2), on tire les valeurs

$$p = \frac{1}{12(n-1)} \frac{E}{(1-\sigma^2)} \frac{e^3}{F^3}; \qquad \frac{1}{R} = \frac{1}{64(n-1)} \frac{9+\sigma}{1+\sigma} \frac{X^2}{F^3},$$

qui définissent complètement les conditions d'exécution.

Pour la régularité du travail de l'opticien, il est désirable que l'épaisseur de la lame soit la plus grande possible. Elle doit cependant être telle que la déformation nécessaire puisse être produite par la pression atmosphérique; en prenant pour limite de pression celle qui correspond à 70 cm de mercure, nous trouvons une limite supérieure de l'épaisseur, soit e'_0. D'autre part, la lame ne doit pas se briser pendant le rodage. J'ai trouvé que, en présence des amorces de rupture qui résultent de l'action des abrasifs, une verge de verre fléchie cède pour une tension de 0,8 kg/mm² qui correspond à un allongement relatif de 1 : 9080. En introduisant cette donnée multipliée par $1-\sigma$ dans l'expression de la courbure de la lame fléchie, nous obtenons une seconde limite e''_0 de l'épaisseur

$$e'_0 < 0,0196\,F, \qquad e''_0 < 5,34 \times 10^{-4} \frac{F^3}{kX^2};$$

où k est un coefficient de sécurité arbitraire.

Comme la combinaison de Schmidt est destinée à recevoir une grande ouverture relative, la condition de résistance du verre est la plus restrictive : elle impose une épaisseur plus faible que celle que l'on donne ordinairement aux lentilles d'un objectif astronomique.

PHYSIQUE. — *Détermination de la courbe passant au mieux à travers des points expérimentaux. Mise en formule d'une loi expérimentale. Dérivation d'une loi expérimentale.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. Nous avons insisté, à diverses reprises, sur le caractère infiniment délicat du tracé d'une courbe expérimentale, et sur l'incertitude que présente une interprétation théorique fondée sur les particularités attribuées à cette courbe : non seulement l'imprécision expérimentale est compatible, dans de très larges limites, avec divers mécanismes *essentiellement* différents, mais encore elle peut rendre illusoire la détermination des caractères spéciaux de la courbe, d'où l'on voudrait inférer l'existence de certains

phénomènes physiques (nouveau régime, transformation, etc.), peut-être *irréels*.

Il y a là une question très grave, qui ne semble pas avoir suffisamment retenu l'attention, et à laquelle nous avons tenté d'apporter des solutions [1].

Toutes les méthodes proposées (moindres carrés, coefficients égaux, etc.) ont ce caractère commun d'attribuer la même valeur moyenne aux ordonnées expérimentales et aux ordonnées calculées. Mais cela ne donnerait qu'*une* relation pour déterminer les paramètres de la courbe théorique.

Si la courbe théorique comporte p paramètres, nous proposons de partager le domaine expérimental en p régions dites *fondamentales*, et d'écrire que, dans *chacune* de ces régions, *la fonction expérimentale*, définie brutalement par les points expérimentaux, *a même valeur moyenne que la fonction théorique*.

On calcule, non *une simple moyenne* des ordonnées, mais une véritable *valeur moyenne*, par quadrature graphique pour la fonction expérimentale [2], par intégration pour la fonction théorique. De cette manière, on ne considère plus les mesures comme isolées, et on leur applique la relation de continuité qui unit *toutes* les mesures d'un ensemble réalisé en vue de l'étude d'une *même* loi. L'expérience nous a montré, effectivement, que les courbes théoriques, ainsi obtenues, suivaient plus intimement les points expérimentaux.

Si la fonction expérimentale présente des régions bien caractéristiques, il est indiqué, pour éviter d'*escamoter* une particularité, de faire en sorte qu'une même région fondamentale n'empiète pas sur plusieurs régions caractéristiques. L'étendue à donner aux régions fondamentales est, autrement, déterminée par la condition de rendre maximum la *précision du calcul* des coefficients de la courbe théorique. Par exemple, avec une courbe du second degré, il faut trois régions, dont les largeurs sont comme $(3-\sqrt{3})$, $2\sqrt{3}$, $(3-\sqrt{3})$, soit, sensiblement, 1-3-1.

---

(1) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 809; **204**, 1937, p. 1626; *Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air*, n° 36, Paris, p. 35 et 72; *Journal de Physique et Radium*, série VII, **9**, n° 3, 1938, p. 38 S; *Chaleur et Industrie*, **223**, novembre 1938, p. 594.

(2) S'il y a un nuage de points, au lieu d'une suite de points, on reconstitue les diverses séries de mesures, dont la superposition donne le nuage; et l'on prend pour valeur moyenne de la fonction expérimentale, dans chaque région, la moyenne des valeurs moyennes correspondant à chaque série.

II. On a pris souvent, pour fonction théorique, un *polynome*, à cause de la facile détermination des coefficients. Nous avons indiqué qu'une somme de *deux exponentielles*, et éventuellement d'une constante, pouvait être préférable. Ce procédé, qui introduit des paramètres au nombre, largement suffisant en général, de 5, offre cet inconvénient que, si les *constantes* des deux exposants sont trop différentes, une des exponentielles s'éteint trop vite, et la fonction se réduit à une pure exponentielle dans un trop long intervalle.

En l'absence de conception *a priori* qui puisse imposer un type de formule déterminé, nous avons choisi, pour fonction théorique, l'expression

$$\left(\mathrm{M}+\frac{d}{dx}\,\frac{\mathrm{A}x+\mathrm{B}}{x^2+\mathrm{C}x+\mathrm{D}}\right),$$

qui est, elle aussi, à 5 paramètres, qui présente les mêmes avantages généraux, et que son allure rend apte à représenter, dans un très large intervalle, les phénomènes les plus divers : *assez souple* pour épouser *au mieux la forme* d'une ligne expérimentale, elle est *assez tendue* pour n'introduire *aucune variation de courbure fantaisiste*. Sa forme a été choisie, en vue de l'intégration que suppose le calcul de la valeur moyenne. *Malgré son apparente complexité*, elle permet le calcul des 5 paramètres par un système d'équations *linéaires*.

Nous avons appliqué cette méthode au dépouillement des températures successives (on disposait d'une cinquantaine de mesures) prises par un corps abandonné à lui-même, après un chauffage indirect; la courbe, qui présentait d'abord un maximum, correspondait à un phénomène représentable, en gros, par la somme de deux fonctions exponentielles. Nous avons borné la première région fondamentale au milieu du maximum, les intervalles successifs étant entre eux comme 1-1-2-2-2. Dans chacune de ces régions, la courbe théorique a été trouvée *traverser plusieurs fois* la ligne dessinée par les points expérimentaux, les écarts, sans aucun caractère systématique, étant *au-dessous* de ce qu'on pouvait considérer *a priori* comme la limite de précision des mesures.

III. Il est permis de penser que l'idée très simple qui nous a conduit, et qui paraît, aussi, la moins tendancieuse qu'il se peut, donne vraiment d'une série d'expériences la traduction la plus fidèle; il ne semble pas que l'on puisse tirer des données expérimentales une loi théorique plus précise et moins arbitraire. Par suite le procédé le moins sujet à caution pour *dériver une loi expérimentale* semble être la dérivation analytique de la formule déduite des considérations qui viennent d'être exposées.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur l'équivalent hydrodynamique d'un corpuscule aléatoire. Application à l'établissement des équations aux valeurs probables d'un fluide turbulent.* Note [1] de MM. **Georges Dedebant, José Moyal** et **Philippe Wehrlé**, présentée par M. Louis de Broglie.

Analogie hydrodynamique. — Soit $P/t(X/t,\ Y/t,\ Z/t)$ un corpuscule aléatoire. Nous avons montré dans une précédente Note [2] que la fonction de distribution (f. de d.) conjuguée de X, Y, Z : $\rho(x, y, z, t)$ et celle de X, Y, Z, $\dot{X}$, $\dot{Y}$, $\dot{Z}$: $F(x, y, z, u, v, w, t)$ doivent satisfaire respectivement aux équations aux dérivées partielles

$$(1)\qquad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbb{S}\frac{\partial}{\partial x}(\overline{u}\rho) = 0,$$

$$(2)\qquad \frac{\partial F}{\partial t} + \mathbb{S}\, u\frac{\partial F}{\partial x} + \mathbb{S}\frac{\partial}{\partial u}(\overline{\alpha}F) = 0,$$

$\mathbb{S}$ signifiant somme de termes analogues en x, y, z; $\overline{u}$, moyenne *liée* en x, y, z de $\dot{X}$; $\overline{\alpha}$ moyenne *liée* en x, y, z, u, v, w, de $\ddot{X}$.

(1) n'est autre que l'équation de continuité d'un fluide ayant une densité égale à $\rho(x, y, z, t)$ et une vitesse en chaque point de composantes

$$\overline{u}(x, y, z, t),\quad \overline{v}(x, y, z, t),\quad \overline{w}(x, y, z, t).$$

Cette remarque s'étend à (2), à condition de considérer le fluide équivalent dans un espace de configuration à 6 dimensions x, y, z, u, v, w, les composantes de la vitesse en chaque point étant maintenant $u, v, w, \overline{\alpha}, \overline{\beta}, \overline{\gamma}$.

Équations de transfert. — On peut obtenir également, pour le fluide de probabilité des équations de mouvement et d'énergie analogues à celles de l'hydrodynamique classique, à partir d'une *équation de transfert généralisée* portant sur une fonction certaine quelconque des X, $\dot{X}$, t : $a(X, Y, Z, \dot{X}, \dot{Y}, \dot{Z}, t)$. Soit $\overline{a} = a_0$ la moyenne liée de a en x, y, z. Multiplions (2) par a et intégrons dans l'espace des vitesses. On obtient alors l'équation de transfert

$$(3)\qquad \rho\,\overline{\frac{da}{dt}} = \mathbb{S}\frac{\partial}{\partial x}(\rho\,\overline{ua}) + \frac{\partial}{\partial t}(\rho a_0).$$

---

[1] Séance du 19 février 1940.
[2] *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 243.

Introduisons les composantes d'agitation $a' = a - a_0$, $u' = u - u_0$, $\alpha' = \alpha - \alpha_0$ etc. Multiplions (2) par a_0 et faisons la différence avec (3) : on obtient une deuxième forme de l'équation de transfert

$$\rho \frac{\overline{da'}}{dt} = \mathop{\mathbb{S}} \frac{\partial}{\partial x}\left(\rho \overline{a'u'}\right). \tag{4}$$

Équations hydrodynamiques du fluide de probabilité. — Faisons $a = 1$: on obtient à nouveau *l'équation de continuité* (1).

Faisons successivement $a = u$, $a = v$, $a = w$. On obtient les 3 *équations du mouvement*

$$\frac{d_0 u_0}{dt} = \frac{\partial u_0}{\partial t} + \mathop{\mathbb{S}} u_0 \frac{\partial u_0}{\partial x} = \alpha_0 - \frac{1}{\rho}\left[\frac{\partial}{\partial x}\rho \overline{u'^2} + \frac{\partial}{\partial y}\rho \overline{u'v'} + \frac{\partial}{\partial z}\rho \overline{u'w'}\right] \tag{5}$$

et 2 analogues. L'opérateur $d_0 u_0/dt$ désigne la dérivée totale de u_0 en suivant la particule fluide dans son mouvement moyen.

Faisons $u = (1/2)c^2 = (1/2)(u^2 + v^2 + w^2)$. On obtient *l'équation d'énergie*

$$\mathop{\mathbb{S}} \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{2}\rho \overline{u'c'^2}\right) = -\frac{1}{2}\rho \frac{d_0 \overline{c'^2}}{dt} - \rho\left[\mathop{\mathbb{S}} \frac{\partial u_0}{\partial x}\overline{u'^2} + \mathop{\mathbb{S}} \overline{u'v'}\left(\frac{\partial v_0}{\partial x} + \frac{\partial u_0}{\partial y}\right)\right] + \mathop{\mathbb{S}} \overline{u'\alpha'}. \tag{6}$$

Faisons $a = uv$. On obtient

$$\rho \frac{d_0 \overline{u'v'}}{dt} + \rho \mathop{\mathbb{S}}_i \left[\frac{\partial u_0}{\partial x_i}\overline{v'u'_i} + \frac{\partial v_0}{\partial x_i}\overline{u'u'_i}\right] + \mathop{\mathbb{S}}_i \frac{\partial}{\partial x_i}\rho \overline{u'v'u'_i} - \rho\left[\overline{u'\beta'} + \overline{v'\alpha'}\right] = 0. \tag{7}$$

En général, en passant à la notation tensorielle, on trouve, pour un moment quelconque d'ordre n des u, v, w, une équation introduisant le tenseur des moments d'ordre $n + 1$.

Application à l'établissement des équations aux valeurs probables d'un fluide turbulent. — Admettons qu'un fluide turbulent, considéré à l'échelle d'un étage de perturbation donné, est composé de N microparticules turbulentes, identiques au corpuscule aléatoire P/t considéré précédemment, les corrélations entre ces particules étant des fonctions rapidement décroissantes de leurs distances mutuelles. Les principes de la Statistique mathématique nous permettent de postuler que, pour N très grand : *a*. La densité du fluide tend (à un facteur constant près) vers la densité de probabilité $\rho(x, y, z, t)$ de P/t; *b*. La f. de d. des vitesses en un point tend vers la f. de d. *liée* $f(u, v, w, y, z, t) = F/\rho$ de P/t en ce même point, et par conséquent les composantes de la vitesse moyenne en un point $\overline{U}(x, y, z, t)$ tendent vers les moyennes liées $\overline{u}(x, y, z, t)$.

Dans ces conditions les équations du fluide de probabilité considérées plus haut seront celles du mouvement probable du fluide turbulent. Dans une Note précédente ([3]) ces dernières avaient été établies à partir de considérations physiques. On voit que notre nouvelle méthode conserve leurs formes.

Il s'introduit pour l'équation d'énergie (6) un terme additionnel $\mathbb{S}\,\overline{\alpha' u'}$ dans l'expression de l'énergie non compensée. Si l'on admet pour P/t une équation du mouvement contenant une fonction dissipative $\Phi = \mathbb{S}\,(au^2 + 2fuv)$, on trouve que $-\mathrm{S}\overline{\alpha' u'} = 2\overline{\Phi'}$ [ce terme disparaît si P/t *n'est pas dissipatif* ($\Phi \equiv 0$), ce qui était le cas dans la Note précitée]. L'équation d'énergie prend alors la forme compacte

$$\mathbb{S}\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{1}{2}\rho\overline{u'c'^2}\right) = -\rho K\frac{d_0 S}{dt} - 2(D + \overline{\Phi}). \tag{8}$$

La méthode ci-dessus introduit tout naturellement la notion d'échelle et d'étage de turbulence, par le choix des dimensions des microparticules élémentaires.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques faits nouveaux concernant l'équilibre superficiel de solutions complexes.* Note de M. **P. Lecomte du Noüy**, présentée par M. Maurice de Broglie.

L'emploi du nouvel instrument que nous signalions récemment ([1]) nous a permis de mettre en évidence certains faits qui prouvent que le phénomène *antagoniste* que nous avons décrit en 1922 ([2]), et qui est aujourd'hui plus connu sous le nom de phénomène de du Noüy, possède un caractère de généralité plus grand que nous ne le pensions à cette époque.

Ce phénomène consiste en ceci : quand on ajoute une trace de substance tensio-active à une solution colloïdale quelconque, la chute brusque de tension superficielle est immédiatement suivie d'une remontée, plus ou moins importante suivant la concentration relative des corps en présence.

L'emploi du tensiomètre enregistreur, qui effectue trente mesures par

---

([3]) *Comptes rendus*, 201, 1938, p. 1790.

([1]) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 101.

([2]) *J. of Exp. Med.*, 36, 1922, p. 115.

heure, automatiquement et indéfiniment, nous a révélé que le même phénomène se produit avec nombre de substances non colloïdales, ionisées ou non, telles que la glycérine et les sucres en général. Nous avons signalé dans une Note précédente qu'il se manifestait également dans les huiles, et Rubinstein et Kusmina l'ont observé avec des solutions salines ([3]), ce que j'ai contrôlé.

Les courbes enregistrées montrent que le phénomène est parfois très lent et peut durer 5 ou 6 heures. Par exemple une solution au 1/10e de glucose à laquelle on ajoute une trace d'oléate de soude voit sa tension superficielle tomber de 72 à 47 dynes. La courbe de remontée s'amorce aussitôt et prend une allure logarithmique. Mais, au bout de 28 minutes, la courbe s'aplatit et continue de monter pendant 3 heures en ligne droite. Deux angles très obtus permettent à la courbe de rejoindre la valeur de la tension superficielle initiale au bout de 5 heures, *et de la dépasser* d'un peu plus de 2 dynes.

Cette allure particulière de la courbe permet de se demander si, pour certains corps tels que le glucose par exemple, le mécanisme est identique à celui de la neutralisation par les colloïdes, qui est nettement logarithmique, comme nous l'avons montré ([4]). D'autre part la glycérine diluée au 1/10e fournit en 2 heures une courbe sensiblement logarithmique d'un bout à l'autre.

Ce phénomène tampon, qui joue dans les phénomènes biologiques un rôle important, n'est donc pas l'apanage des seuls colloïdes, mais se manifeste également chez les cristalloïdes et s'observe également chez des corps tels que les huiles. Les impuretés presque toujours présentes ont tendance à augmenter son action.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la trempe sur le module élastique de certaines catégories d'alliages.* Note ([1]) de MM. **Léon Guillet** fils et **Albert Portevin**, présentée par M. Léon Guillet.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, le module élastique des alliages n'accuse souvent, du fait de la trempe, que des variations faibles ou tout au moins d'un ordre de grandeur incomparablement plus petit que

([3]) *Bull. Soc. Chim. biol.*, **21**, 1939, p. 1310.
([4]) *Équilibres superficiels des colloïdes*, Paris, 1929, p. 178.

([1]) Séance du 4 décembre 1939.

les autres propriétés physiques et mécaniques (²). Pour ne rappeler qu'un exemple connu depuis longtemps, la trempe ne fait éprouver que des variations de l'ordre du dixième au module élastique d'aciers dont la résistivité est doublée et la dureté triplée par le même traitement. On peut également citer les résultats que nous avons obtenus sur un alliage de cuivre avec 2,5 % de glucinium :

	(Kg/mm²) Module élastique.	Dureté Brinell.
État trempé à l'eau à 800°	12600	120
» puis revenu à 350°	13570	360
Variation %	7	200

Ceci se comprend, puisque le module élastique est, le plus souvent, une fonction linéaire de la composition chimique de l'alliage méconnaissant, en première approximation, la structure et la constitution et apparaissant ainsi une propriété dépendant de la proportion des atomes. Mais nous avons également signalé (³) que la nature des liaisons atomiques intervenait aussi, car la règle des mélanges, qui est satisfaite à peu près pour les composés définis métalliques, se trouve nettement en défaut dans le cas de composés définis mentionnés comme homopolaires, le module dépassant alors très notablement celui calculé par cette règle. Nous pouvons d'ailleurs, aux exemples que nous avons déjà donnés, ajouter les résultats suivants, particulièrement nets :

	Liaisons métalliques.				Liaisons homopolaires.			
	Composé défini.	Module expérimental (kg/mm²).	Module calculé (kg/mm²).	Écart (%).	Composé défini.	Module expérimental (kg/mm²).	Module calculé (kg/mm²).	Écart (%).
Alliage Cu-Al...	$CuAl^2$	9640	9700	0,6	Cu^9Al^4	16850	11750	43
» Cu-Zn...	CuZn	9800	10200	4	Cu^5Zn^8	14800	9700	52

On doit donc s'attendre à trouver, pour les alliages renfermant des constituants homopolaires et disparaissant par trempe, une variation importante du module élastique, du fait de ce traitement. C'est ce que nous avons vérifié notamment pour les alliages cuivre-aluminium et cuivre-étain renfermant les composés définis Cu^9Al^4 et Cu^5Zn^8 mentionnés ci-dessus.

(²) Il n'en va plus de même pour le décrément élastique; voir A. Portevin et P. Chevenard, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 716.

(³) Albert Portevin et Léon Guillet fils, *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 237.

Pour cela, nous avons déterminé le module élastique des mêmes éprouvettes à l'état trempé et après recuit consécutif à la trempe; ceci afin d'écarter l'influence éventuelle des microtapures de trempe qui sont à craindre avec les constituants à caractère non métallique et par suite fragiles et moindres conducteurs calorifiques. Les figures 1 et 2 représentent les résultats obtenus : on constate bien une importante diminution du module à l'état trempé (4) et qui est maximum pour les alliages correspondant à l'eutectoïde; des valeurs intermédiaires du module s'obtiennent pour des vitesses de refroidissement comprises entre celles de trempe et de recuit.

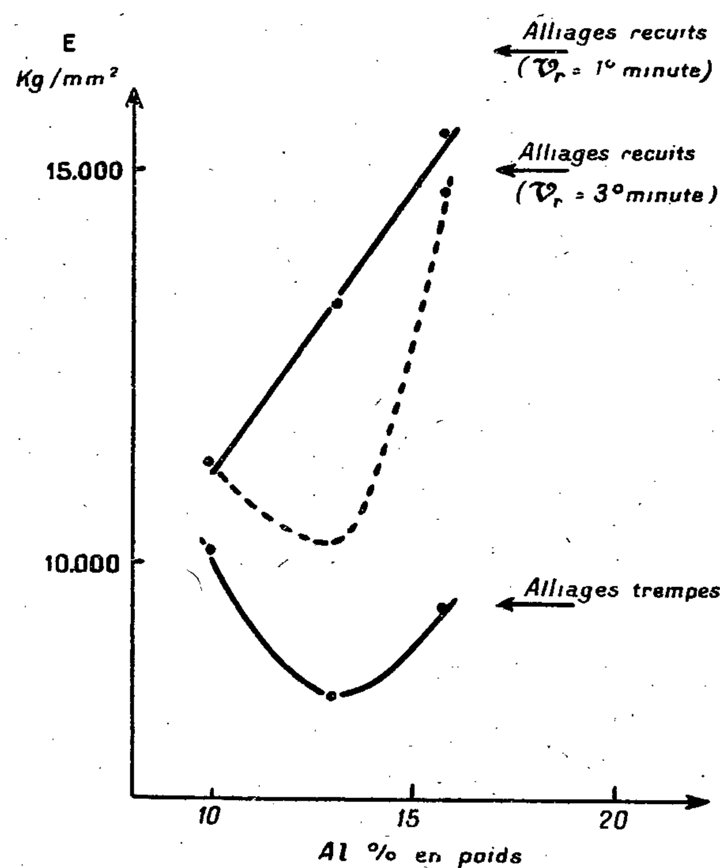


Fig. 1.

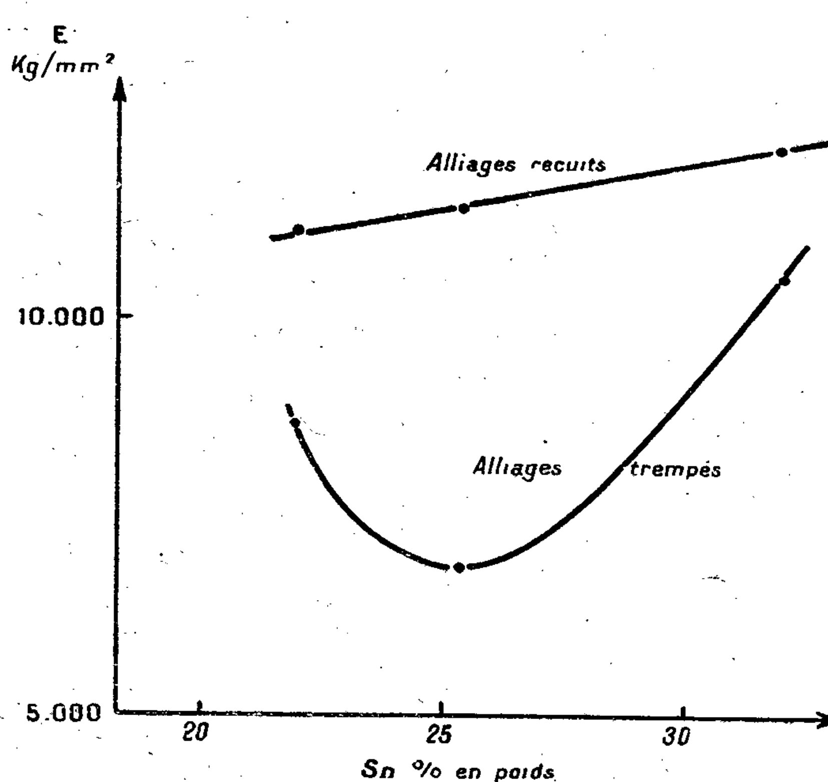


Fig. 2.

Une attention particulière a été apportée ces dernières années aux transformations ordre-désordre, c'est-à-dire au passage de la répartition régulière (surstructures) à la répartition statistique des atomes différents dans le réseau; la trempe permet de passer de l'une à l'autre et modifie en conséquence les propriétés telles que la résistivité et la dureté. Pour examiner l'effet sur le module élastique, nous nous sommes adressés à l'exemple qui est le plus souvent cité comme type de ces transformations : les alliages or-cuivre; l'état désordonné existe aux températures élevées et

(4) Le module se trouve ainsi abaissé, pour ces alliages, à des valeurs nettement en dessous de celles calculées par la règle des mélanges.

peut être conservé par trempe (à 650° dans l'eau) alors que le recuit (60 heures à 380° après refroidissement de 30°/h) permet d'obtenir les états ordonnés correspondant aux formules $AuCu^3$ et $AuCu$. Les résultats ont été les suivants :

Composition correspondant à	Dureté		Résistivité mω/cm²/cm		Module (kg/mm²)		
	trempé.	recuit.	trempé.	recuit.	trempé.	recuit.	calculé par la règle des mélanges.
Cu^3Au …	92	108	11,5	8,4	11500	12200	11500
$CuAu$ ….	133	180	14	5,8	9950	10560	9500

Le module n'éprouve que des variations relativement faibles vis-à-vis de celles de la dureté et de la résistivité.

De même, le composé métallique $CuZn$ éprouve une transformation de ce genre à 470°; à l'état recuit et à l'état trempé à l'eau à 700°, on a trouvé les mêmes valeurs pour le module : 9600 kg/mm² (5).

Cette constatation s'accorderait, d'après ce que nous venons de dire, avec la non-modification du type de liaison atomique qui demeure métallique.

GÉOLOGIE. — *Note sur la géologie de l'Edjereh (Sahara Central).* Note (1) de M. **Maurice Lelubre.**

Le Sahara Central (Hoggar) est l'un des immenses affleurements de la vieille plateforme saharienne. Les grands plateaux des Grès Inférieurs des Tassilis (siluriens, peut-être cambriens) qui l'entourent surplombent l'Avant-Pays Cristallin par une falaise continue; celle-ci dessine au Nord un rentrant emprunté par l'oued Igharghar. Entre le Tassili des Ajjers et cet oued, un pays montagneux s'étend vers le Sud, c'est l'Edjereh, limité ensuite par un vaste plateau basaltique qui le sépare du Tefedest et du Tourha. On peut distinguer dans ce pays fortement disséqué par l'érosion de grandes régions naturelles qui sont en même temps des unités structurales (2).

(5) L'influence de la trempe sur les propriétés élastiques (modules, coefficient thermoélastique, décrément) a été examinée ailleurs (A. Portevin et P. Chevenard, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 716; *Chimie et Industrie*, 16, 1926, p. 434 C.

(1) Séance du 19 février 1940.

(2) M. Lelubre, *Rev. Géogr. Phys. et Géol. Dyn.*, **12**, 1939, p. 346 (voir *fig.* 2).

I. La dépression du cours supérieur de l'oued Tedjert, à l'ouest du Tassili, est très aplanie, laissant subsister en buttes-témoins de hautes *gara* parfois encore couronnées de lambeaux de grès (g. Aularh). Les roches cristallophylliennes affleurent en longues bandes subméridiennes : gneiss à biotite (fréquemment à hudsonite), amphibolites à grenats, épidotites, quartzites, cipolins..., en bancs minces qui se répètent. Elles dessinent en réalité une succession régulière de plis plus ou moins déformés, de cuvettes dont les charnières synclinales sont parfois nettement visibles (g. Tirshi). Mais souvent se superpose un broyage intense, et nombreuses sont les roches mylonitisées. A l'Ouest et au Nord-Ouest les plis sont plus lâches et le djebel Izzilatène dessine de larges ondulations (cipolins). Au Sud, au contraire, les plis sont très aigus et ce sont surtout des gneiss presque verticaux qui apparaissent.

II. Le djebel Tehi n'Haggarhène forme une haute muraille NN.O-S.SE qui se suit sur 150^{km} jusqu'à l'Amadror. La caractéristique en est donnée par des cipolins, quartzites (passant à des gneiss à muscovite) et amphibolites (souvent riches en hudsonite, passant à des plagioclasites). Ces séries sont plissées; synclinaux et anticlinaux, parfois légèrement déversés ou faillés, se succèdent régulièrement d'Est en Ouest et se suivent sur toute la longueur de la chaîne, avec quelques décrochements; les charnières sont magnifiquement visibles dès qu'on s'élève dans le djebel.

III. L'oued Tirsine a tracé son cours dans une large dépression accidentée de quelques reliefs NS. Les séries précédentes passent à des gneiss et des amphibolites en couches redressées, arasées, dont il est souvent difficile de suivre la structure. Le granite les envahit en quelques points avec production de roches migmatiques diverses. Ici encore des broyages intenses ont mylonitisé schistes cristallins et granite.

IV. Les djebels Tameskassent, Tazzaïte, Toufrek, Talachmt dominent les regs immenses de l'Igharghar d'un ensemble montagneux complexe. A l'Est les bancs alternants de micaschistes à biotite, cipolins et amphibolites plongent régulièrement vers l'Est, puis viennent des gneiss à biotite redressés NS, des quartzites, des cipolins intercalés; tout se termine à l'Ouest sur l'Igharghar par des chaînons NS de roches laminées et redressées.

Cette rapide analyse nous conduit à distinguer deux styles tectoniques différents qui se superposent :

1° Une tectonique souple, typiquement appalachienne, donne une succession de plis réguliers plus ou moins déformés; elle semble surtout bien visible dans les parties les moins profondes de l'ensemble cristallophyllien; ces plis sont orientés NO-SE à NNO-SSE.

2° Une tectonique cassante postérieure se lit dans les zones de mylonites dont la puissance peut atteindre plusieurs kilomètres; les roches, redressées presque à la verticale, sont orientées NS à NNO-SSE.

Venus en détente par rapport à la première phase de plissement, des granites ont envahi les schistes cristallins plissés, mais ils sont intéressés aussi par le broyage postérieur. Ces pointements peu étendus se relient au grand massif batholitique du Tefedest ([3]). Derniers épisodes de sa venue, des filons de microgranite et enfin de quartz semblent avoir rempli comme un réseau de longues cassures.

Tout cet ensemble cristallophyllien, recouvert en discordance par les grès tassiliens sub-horizontaux transgressifs, est antécambrien ([4]). Déjà Conrad Kilian avait montré ([5]) que, plus au Sud, on peut y distinguer un Suggarien aux plis très aigus, et un Pharusien peu plissé discordant avec conglomérat de base et métamorphique lui aussi. Nos observations semblent ainsi confirmer ces vues; l'évolution tectonique dont le schéma se dessine ainsi montre la complexité et l'intérêt de cet Antécambrien saharien.

GÉOLOGIE. — *L'Oligocène du Gebel Khashab* (Désert Lybique). Note de M. **Jean Cuvillier**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Gebel Khashab ou Kom Khashab, au moins celui dont il est question dans cette Note, car le nom se retrouve dans la toponymie égyptienne chaque fois qu'une colline est plus ou moins jonchée de bois pétrifiés, se trouve à une douzaine de kilomètres environ à l'Ouest des Pyramides de Guizeh; il est, en réalité, formé par quelques monticules visibles d'assez loin, auxquels on accède facilement depuis la route du Fayoum, en la quittant vers le kilomètre 6 ou 7.

La succession du G. Khashab comprend une série horizontale de sables et de grès grossiers, couronnés par les formations diluviales à nombreux galets de silex qui sont la couverture habituelle des différents termes de la série stratigraphique dans les régions septentrionales de l'Égypte. L'ensemble n'a plus guère qu'une trentaine de mètres d'épaisseur. Les sables sont bariolés, rouges, brunâtres, jaunes, à grain variable, sans fossiles. Les grès, intercalés à plusieurs niveaux dans les sables, sont, comme eux, formés de grains de quartz de toutes tailles et passent presque, par endroits, à de

([3]) M. Lelubre, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 352.

([4]) C. Kilian, *C. R. XIII[e] Congr. Géol. Int.*, II, 1922, p. 887.

([5]) *C. R. som. Soc. Géol. Fr.*, 1932, p. 87.

véritables conglomérats; ces grès, à ciment argileux et ferrugineux, irrégulièrement agglutinés, sont aussi sans fossiles, à l'exception d'un banc situé dans la portion supérieure de la coupe. J'y ai récolté, très mal conservées, les formes suivantes :

Clypeaster sp., *Euspatangus* sp., *Axinea* sp., *Corbis* sp., *Chione* cf. *præcursor* May., *Cytherea* cf. *subarata* Sandb., *Circe* cf. *Neuvillei* Cossm., *Linga oligocænica* Cossm., *Crassatella* sp.. *Cardita* sp., *Solenocurtus* sp., *Corbula* aff. *pyramidum* Opp., *Leda* cf. *gracilis* Desh., *Turritella* cf. *nilotica* Opp., *Bulla* sp. et des articles d'appendices de Crustacés avec un fragment de *Myliobatis* sp.

Cette faune, essentiellement littorale, où l'on retrouve quelques espèces de l'Éocène supérieur, rassemble aussi des coquilles de l'Oligocène; elle appartient probablement au Stampien auquel on peut attribuer également les fossiles, cités autrefois par Mayer-Eymar (1) et provenant de sédiments identiques d'autres localités plus occidentales (collines de Fuchs et de Sandberger de cet auteur).

Sur les pentes des petits massifs du Gebel Khashab, les fragments de bois silicifié sont abondants, de toutes dimensions, depuis des esquilles de quelques centimètres, avec le diamètre d'un crayon, jusqu'à des troncs incomplets plus gros que le corps d'un homme et de plusieurs mètres de longueur; ils proviennent d'un niveau gréseux, où on les trouve encore inclus en grand nombre, à quelque distance au-dessous de l'horizon fossilifère qui en fournit d'ailleurs encore quelques débris.

La position stratigraphique de ces bois fossiles se trouve ainsi, localement au moins, précisée; bien que la base des sables et des grès ne soit pas visible au Gebel Khashab, il y a tout lieu de supposer qu'ils reposent, comme de l'autre côté de la vallée du Nil, au Gebel Ahmar, près du Bir el Fachm et ailleurs, sur l'Éocène supérieur; ils correspondent donc aux bois pétrifiés de l'Oligocène du Fayoum où les dépôts fluvio-marins à Vertébrés du Gebel Katrani ont pu être datés de façon précise par Depéret et Fourtau (2).

Ces bois fossiles sont aussi de même âge que ceux de la région entre les oasis de Baharia et de Siouah, et de la portion septentrionale du désert Arabique; si on les rencontre le plus souvent en surface et plus ou moins complètement dégagés de leur gangue, c'est qu'ils sont restés *in situ* après la désagrégation et disparition souvent totale de la couche qui les emprisonnait; le Gebel Khashab, avec son niveau de grès fossilifère et son banc à

(1) *Bull. Inst. Eg.*, 3e série, n° 4, Le Caire, 1893, p. 365-380; *B. S. G. F.*, 3e série, 21, Paris, 1893, p. 35-36.

(2) Ch. Depéret, *B. S. G. F.*, 4e série, 7, Paris, 1907, p. 193.

bois pétrifié en place, est un des rares témoins de l'extension des sédiments de l'Oligocène sur le Nord de l'Égypte; il permet de confirmer l'hypothèse émise relative à l'âge de ces bois par Mayer-Eymar, Barron ([3]) et Blanckenhorn ([4]), que Fourtau ([5]), Barthoux ([6]) et moi-même ([7]) avions rejetée faute d'arguments paléontologiques satisfaisants.

Le rivage oligocène du Gebel Khashab rejoignait, vers l'Ouest, le Nord du Fayoum, où, dans un véritable estuaire, s'accumulaient les restes bien connus de Vertébrés et les bois flottés provenant des régions plus méridionales; ceux-ci, repris par les flots, puis dispersés le long d'un littoral en partie reconstitué, en jalonnent aujourd'hui les déplacements successifs souvent masqués par des dépôts récents.

Ces bois fossiles du Gebel Khashab n'enlèvent pas leur valeur stratigraphique à ceux qui se sont ultérieurement formés dans les séries locales plus septentrionales de Moghara au Miocène, et de l'Ouadi Natroun au Pliocène, où des formations analogues à celles du Fayoum et appartenant à l'évolution d'un même réseau hydrographique sont bien datées par leurs faunes respectives. Quant aux fragments de bois silicifiés que l'on recueille isolément dans les formations continentales plio-pléistocènes superficielles, ils ont surtout leur origine dans les terrains de l'Oligocène, d'où ils ont été arrachés par les eaux.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le rôle des solénosomes dans les figures de la mitose chez la Jacinthe.* Note ([1]) de M. **A.-Ch. Hollande**, transmise par M. Pierre-Augustin Dangeard.

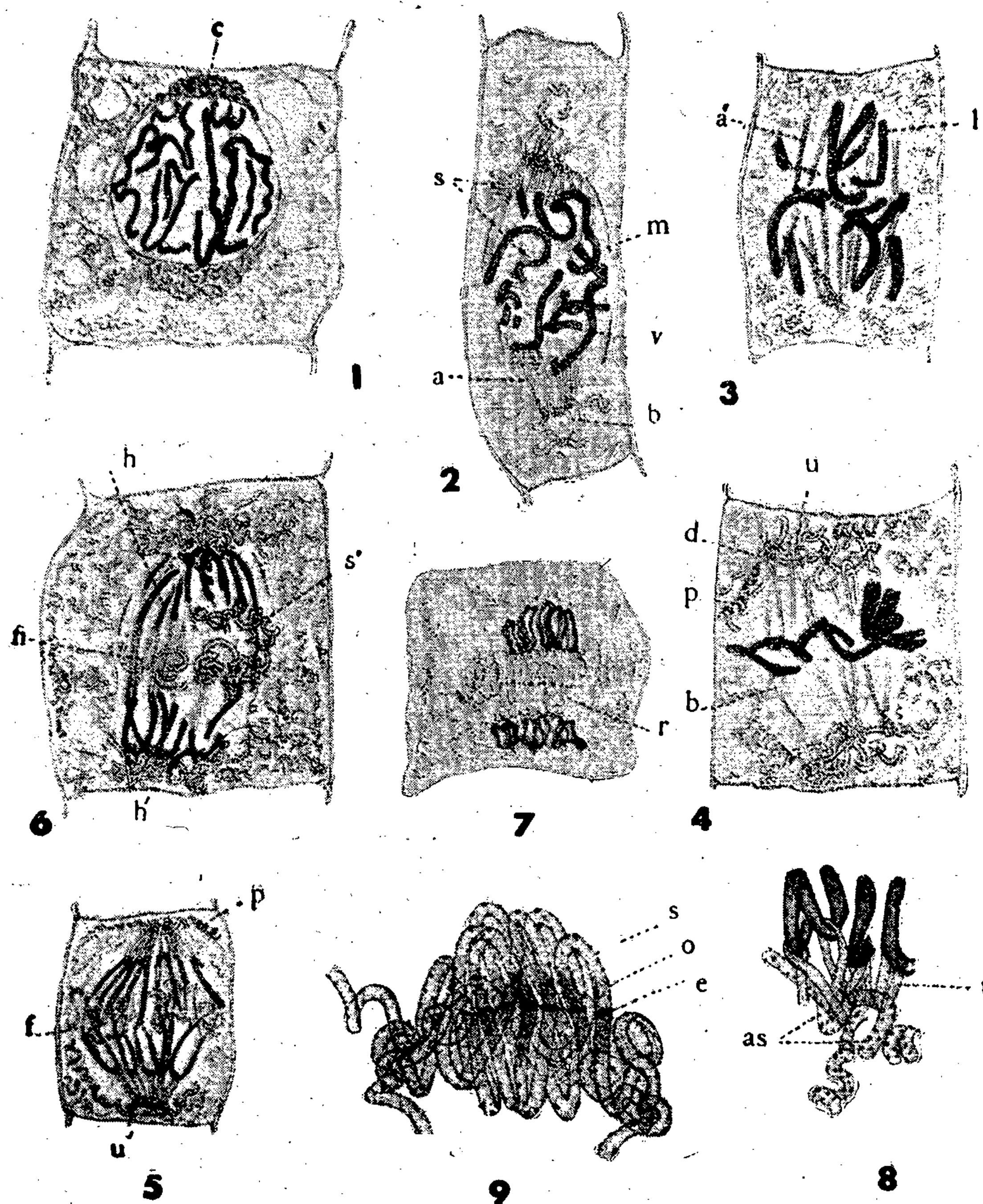
L'étude du comportement des solénosomes ([2]) au cours de la mitose somatique dans la racine de Jacinthe m'a montré les faits suivants :

Prophase. — Au début, le spirème s'accole à la membrane nucléaire.

([3]) *Geol. Mag.*, Dec. V, 2, n° 488, London, 1905, p. 58-62.
([4]) *Ægypten. Handb. der reg. Geol.*, 7, 9 Abt., Heidelberg, 1921, p. 112-113.
([5]) *Bull. Soc. Khéd. Géogr.*, 5e série, n° 2, Le Caire, 1898, p. 123-128.
([6]) *Mém. Inst. Eg.*, 5, Le Caire, 1922, p. 99.
([7]) *Bull. Soc. Roy. Géogr. Eg.*, 15, Le Caire, 1928, p. 289-306.

([1]) Séance du 12 février 1940.
([2]) Cf. *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 327.

Des calottes polaires, constituées par l'agglomération de solénosomes néoformés (*c*, *fig.* 1), partent divers solénosomes qui, après dissolution de la membrane nucléaire, contournent les éléments proches du spirème et les immobilisent; des aspects striés apicaux momentanés en résultent (solénosomes parallèlement tendus, *a*, *fig.* 2). D'autres solénosomes



1-3, prophase; 4, métaphase; 5, anaphase; 6-7, télophase; 9, phragmoplaste. *s*, solénosomes; *e*, cellulose; *c. cl.* Grossissement : 1-4, 6, × 1080; 5 et 7, × 820; 8-9, × 1350. Figures originales réduites de 1/10e. Fixation Bouin-cuprique, chrome-osmium; coloration Mann, hématoxyline.

(*s*, *fig.* 2) s'insèrent dans la suite aux extrémités libérées des spirémo-chromosomes (*v*, *fig.* 2). Ceux-ci s'épaississent, deviennent rectilignes (bacillo-chromosomes *l*, *fig.* 3) et se distribuent en deux groupes polaires.

Méthaphase. — Les bacillo-chromosomes maintenant fissurés longitudinalement se disposent horizontalement dans le plan équatorial. Le clivage a

lieu. Les solénosomes (*a*,′ *fig.* 3), fixés à leurs extrémités, disparaissent. Des solénosomes émigrent de chaque pôle cellulaire et entourent d'une boucle en leur partie médiane (*b*, *fig.* 4, plaque équatoriale) chacun des chromosomes appartenant au futur noyau polaire correspondant.

D'autres solénosomes se fixent alternativement à chacune des extrémités des chromosomes disjoints (*f*, *fi*, *fig.* 5 et 6); un système solénosomien continu relie ainsi tous les chromosomes *h*, *h′*. Les anses chromatiques s'établissent (*fig.* 5).

Anaphase. — Stade de l'attraction polaire des chromosomes. Elle s'effectue par l'intermédiaire des solénosomes (*b*, *fig.* 4), qui, toujours en un système continu (*t*, *fig.* 8), bouclent les chromosomes et contournent certains solénosomes de la région polaire (*d*, *u*, *fig.* 4 et 5) qu'ils incurvent (*as*, *fig.* 8). Des solénosomes voisins, en continuité avec les derniers, à la suite de torsions en spires, en ressorts à boudin, paraissent attirer progressivement vers eux les anses chromatiques (*p*, *fig.* 4 et 5). L'ensemble des solénosomes polaires forme l'aster. En tant qu'éléments antagonistes, les solénosomes *f*, *fi* (*fig.* 5 et 6) s'étirent et se transforment en fibres fusoriales.

Télophase. — Les noyaux fils se constituent. Les fibres fusoriales, les solénosomes *b*, dégénérés, sont détruits au contact de nouveaux solénosomes qui les enveloppent (*s′*, *fig.* 6).

En dernier lieu, des solénosomes envahissent l'espace internucléaire et élaborent la membrane intermédiaire (formation du phragmoplaste *r*, *fig.* 7 et 9).

Le fusome apparaît ainsi constitué par des systèmes solénosomiens continus (d'origine protoplasmique) constamment en équilibre entre eux, et non par des micelles colloïdaux simplement orientés dans une masse à l'état de gel et de sol. Les déplacements des chromosomes seraient dus à l'action des solénosomes.

ZOOLOGIE. — *Observations sur le développement embryonnaire des Oligochètes naidimorphes indochinois.* Note de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'embryologie des Naïdiens reste presque entièrement inexplorée. J'ai eu l'occasion d'observer la reproduction sexuelle chez plusieurs espèces de

Naididæ indochinois. Les études les plus approfondies se sont portées surtout sur *Stylaria* (espèce nouvelle, voisine du *St. lacustris* L.).

Le cocon de *Stylaria*, d'une forme ellipsoïdale, est enveloppé de mucus transparent et attaché aux plantes aquatiques. Il ne contient qu'un seul œuf sphérique, relativement pauvre en deutoplasme. La segmentation, déterminée et inégale, est très aberrante. Dès le début, elle manifeste une tendance à suivre le type spiral, masqué par des cœnogénèses; très vite elle perd de sa régularité et prend enfin un caractère tout à fait désordonné, chaotique même. L'inégalité des blastomères et l'asynchronisme des divisions se manifestent dès le début même de la segmentation. Lors du passage du stade 2 au stade 4, la division du blastomère AB est en retard sur celle du partenaire plus volumineux CD, ce qui fait apparaître le stade 3 si caractéristique pour les Oligochètes. Lors du stade 4, le blastomère D, déterminant le pôle postérieur de l'embryon futur, est beaucoup plus volumineux que les trois autres. Par divisions dexiotropiques et asynchrones se forme la première quartette de micromères, sensiblement plus petites que les macromères et, à partir du stade 8, la segmentation perd de la régularité. Les macromères 1A et 1B, ainsi que les quatre micromères de la Ire quartette, restent pour quelque temps passifs; tandis que les deux autres macromères isolent, par des divisions spirales et asynchrones, encore deux complexes de micromères (2*c*, 2*d*, 3*c*, 3*d*). Parmi ces micromères de IIe et IIIe duettes, les blastomères 2*d* et 3*d* se font remarquer par leurs dimensions volumineuses. Ce stade 12 est une phase critique dans la segmentation. Le matériel cellulaire dont se compose l'embryon se subdivise en deux complexes, en ce qui concerne leur potentialité et leur sort. Seuls les macromères 3C et 3D et les micromères 2*c*, 2*d*, 3*c*, 3*d* sont appelés à jouer un rôle constructif dans l'embryogénèse, l'ensemble des six autres blastomères (1A, 1B, 1*a*-1*d*) n'y jouant qu'un rôle auxiliaire et représentant une ébauche d'une formation provisoire très singulière et qui n'existe pas chez les autres Oligochètes : une enveloppe embryonnaire protectrice, appelée à disparaître une fois son rôle terminé. Dans chacune de ces ébauches, la segmentation suit sa propre voie. Les blastomères de l'ébauche auxiliaire subissent des divisions très énergiques, ne portant aucun indice de divisions spirales et absolument désordonnées. Ces divisions étant toujours tangentielles, on assiste au recouvrement de l'agglomération des blastomères de l'ébauche constructive par une calotte de cellules, qui finira par l'envelopper d'une assise cellulaire continue.

L'évolution du complexe de blastomères représentant une ébauche constructive, suit une voie différente. Leurs divisions, toujours asynchrones et irrégulières, ont une tendance évidente à procéder par le type spiral, souvent difficile à reconnaître. Les macromères, après avoir isolé chacun deux micromères, deviennent malaisés à identifier parmi leurs descendants. Parmi les micromères, qui forment un ensemble très peu serré, 2*c* et 3*c* se multiplient très activement, sans ordre apparent. La division du blastomère 2*d* est beaucoup plus lente et ses descendants restent localisés à l'extrémité postérieure de l'embryon. Le blastomère 3*d* reste absolument passif. Placé sur la face ventrale de l'embryon au pôle postérieur, il reste facilement reconnaissable, grâce à ses dimensions considérables. Ce blastomère va jouer un rôle très important dans l'organogénèse, puisqu'il représente la cellule mère du cœloblaste.

En définitive, à l'intérieur de l'enveloppe protectrice, se forme une masse cellulaire compacte et dans laquelle, le téloblaste mésodermique mis à part, il est impossible de déceler aucune trace de différenciation blastique. Les trois feuillets apparaissent presque simultanément. Le téloblaste 3*d* se divise et donne naissance à deux bandelettes mésodermiques. En même temps, les deux feuillets primaires font leur apparition par une sorte de délamination morulaire, caractéristique chez quelques Cœlentérés.

La partie centrale de la morula, représentant l'ébauche de l'endoderme, reste compacte et désordonnée. L'ectoderme, qui se différencie sur sa périphérie, se régularise en une assise épithéliale continue. Avant même la différenciation de feuillets à l'extrémité postérieure de l'embryon, parmi les cellules périphériques, on distingue un groupe de blastomères plus volumineux que les autres. Ces cellules, issues du blastomère 2*d*, donnent naissance à une calotte cellulaire qui couvre la région postéro-dorsale de l'embryon. On a affaire ici à une formation homologue de la plaque somatique des Polychètes et de l'ensemble des deux bandes germinatives des Oligochètes; mais, chez les Naïdomorphes, les ectotéloblastes ne montrent pas une disposition régulière; ils ne s'alignent pas et ne forment jamais de rangées téloblastiques.

Les bandelettes mésodermiques se métamérisent et, dans les somites, apparaissent des cavités cœlomiques. C'est maintenant seulement que la masse endodermique se creuse d'une cavité et commence à se transformer en un sac mésentérique. La différenciation de l'épithélium intestinal débute vers le pôle antérieur de l'embryon, où se forme le pharynx provisoire, très

court et d'origine endodermique. Après la formation du pharynx, les processus organogénétiques s'arrêtent; pendant cette pause, l'embryon, encore ovoïde, déglutit le liquide albumineux que renferme son cocon, s'allonge et se recourbe sur la face dorsale. Il est entièrement dépourvu des organes provisoires habituels (néphridies larvaires, musculature mésenchymateuse, épaulettes ciliées).

HYDROBIOLOGIE. — *Sur la résistance de certaines Algues d'eau douce à l'action des sucs gastro-intestinaux des Poissons.* Note (1) de M. **Marcel Lefèvre**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Au cours de différentes recherches hydrobiologiques, j'ai été maintes fois amené à autopsier des poissons et à analyser leur contenu intestinal. J'ai toujours été frappé par l'aspect de certaines Algues qui paraissaient avoir traversé sans dommage le tube digestif des poissons et semblaient encore vivantes. Pour m'en assurer, j'entrepris de les cultiver.

Des excréments provenant de divers poissons et prélevés aseptiquement furent introduits dans des fioles d'Erlenmayer renfermant un liquide nutritif (2) préparé avec les précautions bactériologiques d'usage.

Le résultat fut nettement positif. Les premiers ensemencements furent faits à partir d'excréments de *Cyprinus carpio* L. et de *Gardonus rustilus* L. provenant d'un petit étang du Parc de Rambouillet, le Rondeau. Cet étang, peu profond, aux eaux assez fortement minéralisées (degré hydrot. 24), à pH élevé (7,6 à 9,2 suivant la saison et l'heure de la journée) et légèrement contaminées, renferme une quantité prodigieuse de Protococcales et de Diatomées.

Les excréments provenaient de poissons adultes; la température de l'eau au moment de leur capture atteignait 22°.

Voici la liste des espèces qui se sont multipliées :

Protococcales : *Cœlastrum microporum* Naeg., *Scenedesmus spinosus* Chod., *S. ovalternus* Chod., *S. tetradesmiformis* (Wolosz.) Chod., *S. falcatus* Chod., *Pedias-*

---

(1) Séance du 19 février 1940.

(2) Formule de ce milieu : nitrate de potasse, 0g,200; phosphate de potasse (PO^4K^2H), 0g,040; sulfate de magnésie, 0g,030; nitrate de chaux, 0g,100; perchlorure de fer, 1 goutte; eau bidistillée 1000cm³.

trum tetras (Ehrbg.) Ralfs, *P. boryanum* (Turp.) Menegh, *Tetraedron minimum* (A. Br.] Hansg. fa. *apiculatum* Reinsch, *T. caudatum* (Corda) Hansg., *Dictyosphærium pulchellum* Wood, *D. Ehrenbergianum* Naeg., *Oocystis solitaria* Wittr., *Actinastrum Hantzschii* Lagerh., *Tatrastrum staurogeniæforme* (Schröd.) Lemm., *Ankistrodesmus setigerus* (Schröd.) G. S. West, *A. falcatus* (Corda) Ralfs var. *mirabilis* W. et G. S. West.

Conjugales : *Cosmarium Meneghinii* Breb., *Staurastrum gracile* Ralfs, *S. tetracerum* Ralfs.

Ulotrichales : *Hormidium* sp.

Cladophorales : *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. ampl. Brand.

Eugleninæ : *Phacus pyrum* (Ehrbg.) Stein.

Cyanophyceæ : *Cœlosphærium Kutzingianum* Naeg., *Chroococcus turgidus* (Kütz.) Naeg.

Diatomeæ : *Melosira varians* Ag., *Amphora ovalis* Kütz., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, *Navicula hungarica* Grun. var. *capitata* (Ehrbg.) Cleve.

D'autres essais ont été tentés sur *Brama brama* L. provenant d'une masse d'eau très différente, l'étang de Coupe-Gorge, peu minéralisé et à pH acide constant (pH 6,2). La flore de cette station est remarquablement riche en grandes Desmidiées, Volvocales, Flagellés, mais plus pauvre en Protococcales.

Les espèces suivantes se sont multipliées à partir d'excréments de Brêmes :

Protococcales : *Dictyosphæricum pulchellum* Wood, *Scenedesmus quadricauda* Chod., *S. tetradesmiformis* (Wolosz.) Chod., *Pediastrum duplex* Meyen, *P. tetras* (Ehrbg.) Ralfs, *Selenastrum gracile* Reinsch, *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs var. *mirabile* W. et G. West, *Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg.

Volvocales : *Chlamydomonas* sp.

Eugleninéæ : *Trachelomonas volvocina* Ehrbg., *T. crebea* Kellicott emend. Defl., *T. rugulosa* fa. *Steinii* Defl., *Euglena deses* Ehrbg., *E. oxyuris* Schm., *E. gracilis* Klebs, *E. Ehrenbergii* Klebs.

Cyanophyceæ : *Merismopedia glauca* (Ehrbg.) Näg.

Diatomeæ : *Navicula dicephala* (Ehrbg.) W. Smith, *N. placentula* (Ehrbg.) Grun., *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrbg.

Dinophyceæ : *Peridinium bipes* Stein (Kyste vivant provenant d'une mue).

Bien que la présence de nombreuses Desmidiées ait été constatée dans les excréments ensemencés, aucune d'elles n'a survécu.

Il m'a paru utile d'effectuer des numérations d'organismes non digérés par les poissons. Dans ce but, j'ai transposé et adapté aux Algues la méthode de Diénert utilisée pour la numération des bactéries dans les eaux potables.

Par ce procédé, j'ai pu dénombrer environ 45700 Algues vivantes par milligramme d'excréments chez *Gardonus rutilus* provenant d'un étang à Protococcales.

Si l'on considère que je n'ai utilisé qu'un seul milieu de culture, que les milieux sont forcément sélectifs, que beaucoup d'Algues se refusent à pousser sur tout milieu artificiel, on conviendra qu'il faudrait au moins doubler ce chiffre, et que près de 100000 Algues par milligramme ont pu traverser le tube digestif de *Gardonus rutilus* sans avoir perdu leur faculté de multiplication.

De l'ensemble de mes observations il ressort que c'est dans le groupe des Protococcales qu'on trouve le plus grand nombre d'espèces échappant à l'action des sucs gastro-intestinaux des poissons. Puis viennent les Flagellés, les Cyanophycées, les Dinoflagellés et les Volvocales. Les Desmidiées, beaucoup de Diatomées semblent particulièrement attaquables, ainsi que plusieurs Volvocales (*Volvox*, *Eudorina*) et certaines Cyanophytes coloniales (*Gomphosphæria*).

D'autre part il est probable que des espèces indigestes pour certains poissons ne le sont pas pour d'autres, et réciproquement.

Des études plus complètes vont être entreprises en vue de déterminer, pour les différents types d'eau et par conséquent de végétation cryptogamique, les espèces de poissons susceptibles d'utiliser la nourriture naturelle avec le maximum de profit. Ces recherches pourront éventuellement contribuer à améliorer le rendement dans les étangs de pisciculture.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *De l'influence de la vitamine* C *sur les phénomènes pathologiques humains dus aux grands froids*. Note [1] de MM. **Auguste Sartory** et **Jacques Meyer**.

Il nous a été donné d'observer, pendant la période de grand froid, deux hommes présentant une hémoglobinurie paroxysmale. Dans le sérum de ces sujets nous avons pu caractériser l'hémolysine spéciale de Landsteiner en laissant le sang se coaguler dans le froid pour obtenir la fixation de la sensibilisatrice et en le plaçant ensuite à $+37^\circ$ pour réaliser la déviation du complément. Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question.

---

[1] Séance du 19 février 1940.

En expérimentant l'action de différents corps réducteurs additionnés *in vitro* au sang de ces malades sur le phénomène d'hémolyse, nous avons vu que l'acide ascorbique synthétiquement préparé empêche la production du phénomène d'hémolyse.

A la suite de ces constatations nous avons conseillé de soumettre les deux malades à un traitement *per os* de vitamine C à fortes doses; celui-ci amenait une guérison rapide et définitive.

Nous avons pensé que ce traitement à l'acide ascorbique pouvait peut-être soulager les douleurs des hommes souffrant de pieds gelés. L'administration *per os* ou par injections sous-cutanées ne nous a cependant donné aucun résultat.

Ayant été à court de vitamine C synthétique, nous avons eu recours à la vitamine naturelle. Connaissant les travaux de Tillmans, Szent-Györgyi et de Meunier et Mentzer, nous avons employé des feuilles d'Iris, que nous avions à notre disposition en grand nombre et dont le taux en acide ascorbique varie entre 225 à 240^{mg} pour 100^{g} de feuilles fraîches.

La technique de préparation est la suivante :

100^{g} de feuilles fraîches sont triturés avec 25^{g} de sulfate d'ammonium cristallisé pur. On exprime le jus de feuilles à travers une toile et l'on épuise deux ou trois fois le résidu à l'aide de quelques centimètres cubes d'une solution saturée de sulfate d'ammonium. On peut filtrer ensuite le liquide d'extraction pour obtenir une solution de vitamine limpide. Le sulfate d'ammonium a des avantages sur les autres défécants : il n'a aucune action nuisible sur ce corps, au contraire il permet une bonne conservation en détruisant les catalyseurs dus aux pigments. Il inhibe l'action des substances colloïdales des glucides, des lipides et des protéides; si l'on travaille en solution suffisamment concentrée, la chlorophylle et les autres pigments en état cristalloïde sont précipités.

Afin de garantir la conservation intégrale des vitamines dans notre liquide d'extraction et eu égard à son utilisation thérapeutique ultérieure, nous l'additionnons de son volume d'une solution aqueuse de tanin à 10 %. On filtre et le filtrat limpide renferme la totalité des vitamines. Ce liquide doit être de pH 4 à 5 pour la stabilisation définitive; si c'est nécessaire on peut acidifier à l'aide de l'acide métaphosphorique.

On peut à chaque moment contrôler la teneur en vitamine C grâce à son pouvoir réducteur en ajoutant à 1$^{cm^3}$ de jus d'iris 20 gouttes d'acide acétique au 1/10e et quelques gouttes d'empois d'amidon. On titre au moyen d'une solution d'iode N/100 jusqu'à coloration bleue instantanée.

1^{cm} d'iode N/100 = 0^{mg},88 de vitamine C.

A l'aide de cette solution tannique de vitamine C nous avons préparé une émulsion contenant 5 % d'essence de térébenthine, 0,5 % d'hydrate de chloral et 2 gouttes d'essence de moutarde.

Cette préparation a été appliquée par frictions légères sur un pied ou une jambe de nos malades à pieds gelés (2).

L'autre pied, nous servant de témoin, a été traité suivant les méthodes usuelles au moyen de différentes pommades.

L'effet calmant et vascularisant se manifeste dès le deuxième jour du traitement, de telle sorte que les malades réclament spontanément un traitement identique pour les deux membres malades.

L'emploi d'une émulsion aqueuse a un grand avantage par rapport aux pommades grasses et au point de vue application et absorption des médicaments et au point de vue économie de lingerie.

Nous avons contrôlé l'action thérapeutique de l'acide ascorbique synthétique en l'incorporant à même taux dans l'émulsion, à la place de la solution vitaminique naturelle.

Nous n'avons cependant pas pu constater le même effet physiologique. Il nous semble donc que notre liquide d'extraction de feuilles d'iris doit contenir à côté de la vitamine C naturelle encore une autre vitamine, que nous supposons être d'après nos recherches préliminaires la vitamine P. Nos expériences continuent dans ce sens.

Nous nous permettons en attendant d'attirer l'attention sur la grande valeur thérapeutique du jus de feuilles d'iris, obtenu selon la technique indiquée et appliqué sur le tissu cutané de membres gelés.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

(2) Nous avons traité avec succès par cette méthode une soixantaine de cas.

ERRATA.

(Séance du 12 février 1940.)

Note de MM. *Georges Dedebant*, *José Moyal* et *Philippe Wehrlé*, Sur les équations aux dérivées partielles que vérifient les fonctions de distribution d'un champ aléatoire :

Page 245, ligne 2, formule (11), *au lieu de*

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\int_{-\infty}^{+\infty}\rho(x, y, z, t)\,dx\,dy\,dz, \tag{11}$$

lire

$$\iiint\rho(x, y, z, t)\,dx\,dy\,dz; \tag{11}$$

ligne 4, formule (12), *au lieu de*

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\cdots\int_{-\infty}^{+\infty}\mathrm{F}(x, y, z, u, v, w, t)\,dx\,dy\,dz\,du\,dv\,dw, \tag{12}$$

lire

$$\int\cdots\int\mathrm{F}(x, y, z, u, v, w, t)\,dx\,dy\,dz\,du\,dv\,dw. \tag{12}$$

(Séance du 19 février 1940.)

Note de MM. *Tchacaloff* et *Karanicoloff*, Résolution de l'équation $\mathrm{A}x^m + \mathrm{B}y^n = z^p$ en nombres rationnels :

Page 281, *lire* L. Tchacaloff et Christo Karanicoloff.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Les transformations minéralogiques secondaires observées dans les gisements de phlogopite de l'Extrême-Sud de Madagascar.* Note de M. **Alfred Lacroix.**

La composition minéralogique initiale des gisements de phlogopite de l'Extrême-Sud de Madagascar étant définie [1], il est opportun de rechercher quelles modifications elle a subi après sa formation et sous quelles influences.

La zone supérieure, voisine de l'atmosphère, n'a pas d'intérêt minéralogique, c'est un lieu de destruction par l'eau « vadose », où tous les minéraux plus ou moins solubles (anhydrite, calcite, fluorine, apatite) sont instables et destinés à disparaître tôt ou tard. Ainsi se forment des cavités ou cavernes au fond desquelles s'entassent les minéraux primaires inattaqués, originellement englobés dans la calcite.

L'intérêt de la présente Note se concentre sur la zone moyenne, phréatique, constamment imbibée d'eau, à circulation plus ou moins lente; c'est là que s'achèvent les phénomènes de dissolution et se produisent des recristallisations que je me propose de passer en revue sommairement, en ne m'arrêtant qu'aux faits les plus saillants.

Le minéral le plus soluble, et par suite celui qui disparaît le premier, est l'*anhydrite*. Mais avant cette disparition il a été rencontré à Ampandrandava,

(1) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 273.

entièrement transformé — par hydratation — en larges cristaux de *gypse*, laminaires et transparents, associés ou non à de longues fibres de *sépiolite*, à des cristaux de quartz hyalin et de calcite secondaires, alors que la calcite primaire, dans laquelle était encastré le sulfate à l'état anhydre est presque intacte.

Il est à remarquer que la *calcite* dissoute recristallise parfois sur place, orientée sur les restes de cristaux anciens du même minéral. Un échantillon provenant de Mandrovato est dans ce cas; un énorme clivage rhomboédrique de calcite orangée se termine dans une cavité d'origine secondaire par un très gros scalénoèdre incolore, néogène, du même minéral. Autour de lui sont groupées des traînées de petits cristaux (a^1p) de *fluorine*, d'un violet foncé, qui se trouvent aussi en cristaux indépendants, encastrés dans la calcite, à la limite des deux couleurs; cette fluorine est donc néogène. Sous l'influence de la lumière ultraviolette, elle prend une luminescence d'un violet velouté, qui ne s'observe pas dans la fluorine primaire (de couleur différente), aux dépens de laquelle elle a été formée. Cette luminosité est due au voisinage des terres rares contenues dans l'allanite.

Il faut considérer maintenant un phénomène autre que la dissolution totale. Sous l'influence d'une longue action de l'eau, la phlogopite conserve sa forme, mais elle s'hydrate, et perd ses alcalis; son fer s'oxyde. Le minéral est peu à peu privé de son élasticité. Sa dureté diminue, il devient tendre, fragile; on peut le plier en tous sens. Chauffé à la température du rouge, il perd l'eau acquise et s'exfolie, en augmentant considérablement de volume. Tous les intermédiaires possibles existent entre la phlogopite intacte et sa transformation complète en *vermiculite*. Ces phénomènes ne se produisent pas seulement dans les cavernes, ils se poursuivent encore aujourd'hui à la surface du sol.

Les divers éléments enlevés au mica et accessoirement à d'autres silicates, une fois libérés, peuvent donner naissance à plusieurs espèces minérales; les unes ont une composition simple, le quartz et l'opale par exemple, les autres résultent de la combinaison de plusieurs corps; tel est le cas de la sépiolite, silicate hydraté de magnésie, etc.

La *sépiolite* (magnésite) se présente sous trois variétés, 1° en fibres d'un jaune d'or [2], soyeuses, flexibles, ayant tous les caractères morpholo-

[2] C'est la variété qui a fait l'objet de plusieurs Notes de Mlle Caillère, puis de MM. H. Longchambon et Migeon, publiées dans ce Recueil.

giques du chrysotile des serpentines, 2° en longues fibres blanches, opaques, semblables à celles de l'asbeste amphibolique, 3° en masses seulement cryptocristallines ayant l'aspect d'un carton poreux et déchiqueté.

Sous la seconde forme, elle accompagne le gypse transparent dont il a été question plus haut, à l'occasion des épigénies d'anhydrite. Elle a donc été produite au début des phénomènes qui nous intéressent, alors que la calcite était incomplètement dissoute. Une découverte récente, faite à Ambondrombe, permet d'aller plus loin dans son histoire. Au fond d'une cavité a été trouvée une roche siliceuse, ayant l'aspect de meulière, consistant en une masse compacte, à cassure lisse et continue, rougeâtre avec taches d'un vert foncé. L'examen au microscope montre qu'elle est faite de petites concrétions d'*opale*, ayant un centre de *calcédoine*, à structure enroulée; elles sont noyées dans un fouillis de fines aiguilles de sépiolite. Cette masse est parcourue par un réseau de veinules de *quartz hyalin*, creusé de géodes que tapissent des cristaux du même minéral, souvent recouverts d'un léger enduit de calcédoine d'un blanc de lait. D'autres cavités sont incomplètement remplies par de la sépiolite, à l'aspect de carton; çà et là, entre celle-ci et les veines de quartz, se trouvent des veines de sépiolite en fibres soyeuses, à éclat doré. Enfin, par places, existent des accumulations de gros fragments de seyrigite et de cristaux de vermiculite, en voie de transformation en sépiolite de la troisième variété.

Il est facile d'interpréter le mode de formation de tout cet ensemble : dans le fond de la caverne de dissolution se sont concentrés des sols de silice et de silicate de magnésie. Ils ont donné naissance à deux gels mélangés qui, en se consolidant et en perdant de l'eau, ont pris les états cristallins décrits plus haut. En même temps, la vermiculite a été peu à peu détruite et épigénisée *sur place* en sépiolite du type 3, qui a pris localement la cristallinité plus grande du type 1.

En ce qui concerne le quartz, je ne m'occuperai que du cas suivant. Dans certaines poches de dissolution, l'on rencontre des sortes de boîtes à claires-voies, formées par des lames de quartz espacées les unes des autres, se coupant, suivant les échantillons, sous des angles de 105° ou de 90°, grâce auxquels on reconnaît qu'il s'agit du remplacement par la silice d'un minéral n'existant plus, la calcite dans le premier cas, l'anhydrite dans le second. Les petits cristaux de quartz constituant ces cloisons sont sans orientation commune.

Il est possible de se représenter comment se sont formés ces curieux groupements. La dissolution de la calcite et de l'anhydrite a dû se faire d'une façon lente par cheminement, le long des plans de clivage, d'une solution diluée de silice colloïdale; celle-ci y a déposé un gel dont la solidification a abouti à de l'opale, puis au quartz. Quand la disparition du minéral initial a été plus rapide que l'apport de la silice, le cristal en voie de dissolution n'a pas été massivement remplacé par du quartz, mais par des lames parallèles correspondant aux clivages et séparées par des vides.

J'ai donné antérieurement le nom d'*eisomorphose* à ce genre de pseudomorphose ([3]).

Ce même phénomène a été fréquemment réalisé sur les bords de la vallée de la Seine aux dépens des gros cristaux lenticulaires de gypse, simples ou maclés suivant le mode dit *du fer de lance* ([4]), qui abondent dans certains niveaux des sédiments lagunaires de l'Éocène parisien, mais, pour mettre en évidence cette structure, il est nécessaire de traiter par l'acide chlorhydrique les cristaux transformés, car leur squelette siliceux est noyé dans de la calcite secondaire.

L'association de sépiolite et d'opale se rencontre aussi dans les sédiments de l'Éocène du Bassin de Paris, où des lits de ce silicate de magnésie renferment les concrétions de la variété d'opale bien connue sous le nom de *ménilite*.

Des observations qui viennent d'être résumées, il résulte que toutes ces transformations minéralogiques des poches des gisements de phlogopite sont sans relation avec la genèse de ceux-ci. Elles ont été réalisées d'une autre façon, près de la surface, à une température basse, sans apports extérieurs et sous la seule influence de circulation d'eau. A ce point de vue, il est intéressant de voir l'analogie qu'elles présentent avec les mêmes minéraux formés, par le même mécanisme, dans les sédiments du Bassin de Paris.

Enfin, il me reste à signaler la production de quelques minéraux cristallisés : *prehnite* et *zéolites*, purement calcique (*laumontite*), sodique (*analcime*) ou à la fois calcique et sodique (*stilbite*). Ils se rencontrent aujourd'hui implantés sur les parois des poches décalcifiées. La seule

---

([3]) *Le volcan de l'Ile de la Réunion*, 1936, p. 113, pl. XLIII et XLIV.

([4]) *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle*, 1897, p. 233, pl. X à XIII.

observation, permettant d'éclairer le moment de leur formation par rapport à celui des minéraux précédents, consiste dans la constatation de l'existence de périmorphoses en stilbite de rhomboèdres de calcite, aujourd'hui disparue; comme une partie de la sépiolite, ces minéraux se sont donc formés alors que la calcite n'avait été que partiellement dissoute.

BOTANIQUE ET AGRONOMIE COLONIALE. — *Nouveau groupement des espèces du genre* Coffea *et spécialement de celles de la section* Eucoffea. Note de M. **Auguste Chevalier.**

Nous avons tenté en 1929 (*Les Caféiers du Globe*, p. 69) un essai de groupement systématique des espèces connues du genre *Coffea* L., en nous basant principalement sur les travaux de Hiern, K. Schumann, L. Pierre et Em. De Wildeman.

Les recherches que nous avons poursuivies depuis une dizaine d'années sur le genre *Coffea* nous ont amené à faire des changements profonds dans le groupement du genre tel que l'avaient compris Froehner et divers botanistes plus récents. Il nous faut tout d'abord éliminer du genre *Coffea* diverses espèces qui y avaient été rattachées à tort.

Sont à éliminer les espèces constituant les sections *Psilanthus* Pierre. On doit les grouper dans le genre autonome *Psilanthus* Hook. f., comprenant quelques espèces vivant toutes dans l'Ouest africain. Nous rattachons à *P. Mannii* Hook. f., comme synonyme, le *Coffea Gilgiana* Froehner du Cameroun.

Nous détachons aussi du genre *Coffea* le genre *Psilanthopsis* Chev., typifié par *Coffea Kapakala* Hort. Bog. de l'Angola. L'espèce *Coffea hypoglauca* Welw. se rattache au genre *Belonophora* Hook. f. Quant aux prétendues espèces de *Coffea* de la section *Lachnostoma* Hook. f. et *Hymenocarpum* (Pierre) Chev., elles rentrent dans le genre *Lachnastoma* Korth., bien distinct, comme l'ont montré en 1901 Koorders et Valeton.

Coffea Pierrei Chev. devient *L. odorata* Chev., *C. viridiflora* Ridley = *L. viridiflra* Chev., *C. crassifolia* Gamble = *L. crassifolia* Chev., *C. uniflora* K. Schum. = *L. uniflora* Chev., *C. multibracteata* Valeton = *L. multibracteata* Chev.

De même les *Coffea* de la section *Lemyrea* Chev. forment un genre à part, *Lemyrea* Chev., *Coffea utilis* Chev. devient *L. utilis* Chev., *Coffea*

ciliolata Chev. = *L. ciliolata* Chev. et Beille, *C. Krugii* Chev. = *L. Krugii* Chev.

Enfin nous avons retiré du genre *Coffea*, où elles étaient placées à tort, quelques espèces qui sont devenues des *Tricalysia* : *C. Engleri* Krause = *Tricalysia Engleri* Chev., *C. macrochlamys* Schum. = *T. macrochlamys* Chev., *C. spathicalyx* Schum. = *T. spathicalyx* Chev., *C. lasiodelphys* K. Schum. et Krause = *T. lasiodelphys* Chev.

Ainsi amputé, le genre *Coffea* tel que nous le comprenons conserve encore une soixantaine d'espèces. Il est loin d'être homogène, et nous avons dû le subdiviser en quatre sections :

Sect. I. *Paracoffea* Miquel in Valeton (1900). — Arbustes à feuilles ordinairement caduques; fleurs terminales rarement subaxillaires. Sarcocarpe homogène, pyrènes non adhérents à enveloppe ténue, membraneuse, avec une fente ventrale. Graine ordinairement munie d'une fente, mais avec une faible invagination du péricarpe; albumen dur ou charnu.

Section renfermant 12 espèces, typifiée par *C. bengalensis* Heyne de l'Inde. Aire géographique : Asie tropicale, Java, Madura, Flores, Madagascar.

Sect. II. *Argocoffea* Pierre ex De Wildeman (1901). — Arbustes ou lianes à feuilles caduques ou persistantes; fleurs portées sur de très courts rameaux latéraux. Fruits globuleux à exocarpe mince, à mésocarpe peu charnu, endocarpe membraneux sans fossette médiane, à placenta ombiliqué médian; graine sans fente ventrale à albumen subcharnu.

Section renfermant 11 espèces confinées dans l'Afrique tropicale occidentale :

C. subcordata Hiern, *C. Claessenii* Lebrun, *C. jasminoides* Welw., *C. pulchella* Schum., *C. scandens* Schum., *C. Afzelii* Hiern, *C. ligustrifolia* Stapf, *C. nigerina* Chev., *C. rupestris* Hiern, *C. nudiflora* Stapf, *C. melanocarpa* Welw., *C. Thonneri* Lebrun.

Sect. III. *Mascarocoffea* Chev., Ms. — Arbres ou arbustes à feuilles coriaces, persistantes ou caduques. Inflorescences en petites cymes latérales non foliacées ou en glomérules sessiles à l'extrémité des rameaux ou sur le bois ancien à l'aisselle des cicatrices foliaires. Fruits pédicellés, ovoïdes ou pyriformes, à exocarpe coriace; nucules adhérentes, avec une parche coriace présentant une fente sur la face interne; graines plan-convexes avec une fente médiane sur la face ventrale dans laquelle s'invagine une membrane dépendant du placenta. Albumen corné dépourvu de caféine.

Dix-huit espèces connues, spéciales à Madagascar et aux Mascareignes (Maurice, Réunion, Comores).

Dans un travail précédent ([1]), nous avons réparti ces dix-huit espèces dans les huit sous-sections suivantes : 1. *Veræ* Chev.; 2. *Mauritianæ* Chev.; 3. *Multifloræ;* 4. *Sclerophyllæ;* 5. *Terminales*; 6. *Brachysiphon* Dubard; 7. *Macrocarpæ* Chev.; *Garcinioïdes* Chev.

Nous avons fait rentrer dans cette section les anciens genres *Leiochilus* Hook. f., *Pleurocoffea* Bn., *Solenixora* Bn.

Sect. IV. *Eucoffea* Schum. emend. (1891) Non Benth. et Hook. — Caractères des *Mascarocoffea*, mais albumen fortement enroulé renfermant de la caféine (de 0,50 à 2,20 % et environ 10 % d'huile); placenta s'enfonçant profondément dans la graine suivant l'enroulement de l'albumen.

Section comprenant des plantes spontanées exclusivement en Afrique tropicale, renfermant vingt espèces connues, pouvant être ramenées à une quinzaine, chacune se subdivisant en un grand nombre de sous-espèces, races et variétés.

Toutes les espèces de la section *Eucoffea* donnent des graines qui, séchées et plus ou moins torréfiées et broyées, sont susceptibles de donner par infusion le breuvage noir nommé *café*, plus ou moins riche en caféine et à arôme plus ou moins développé. Il y a donc un intérêt particulier à connaître toutes les espèces de cette section. Leur étude systématique nous a conduit à les grouper en cinq sous-sections :

1re Subsect. *Erythrocoffea* Chev. (Groupe des Caféiers *Arabica* et *Robusta*). — Arbustes moyens (de 2 à 7m à l'état adulte) à feuilles ordinairement persistantes, peu coriaces, moyennes. Fruits moyens (cerises) d'un beau rouge-brun à maturité (exceptionnellement jaunes), à exocarpe mince, mésocarpe charnu et mou à maturité. Le type du groupe est *C. arabica* L., spontané exclusivement en Abyssinie de 1500 à 3500m d'alt., cultivé en grand en Amérique du Sud, mais qui réussit mal dans nos colonies. Près de cette espèce se place *C. intermedia* (Froehner) Chev. = *C. eugenioides* Moore = *C. Kivuensis* Lebrun = *C. Becquetii* Chev. des hautes montagnes de l'arête dorsale africaine, depuis le Kenya jusqu'au Kivu et au Nyassa, puis *C. congensis* Froehner du bassin occidental du Congo, à de faibles altitudes (300 à 500m); enfin *C. canephora* Pierre et ses nombreuses races vivant en Afrique occidentale et centrale, depuis le niveau de la mer jusqu'à 1500m d'altitude.

([1]) *Rev. Bot. appl.*, 18, 1938, p. 827.

2e Subsect. *Pachycoffea* Chev. (Groupe des Caféiers *Liberica* et *Excelsa*). — Arbustes ou petits arbres (de 4 à 20m de haut) à feuilles ordinairement persistantes et grandes, coriaces. Fruits moyens ou gros, rouge-brun à maturité ou un peu marbrés de vert-brun (exceptionnellement jaunes), à exocarpe épais, mésocarpe charnu et ferme à maturité. Le type de la sous-section est *C. liberica* Hiern à fruits gros. Près de cette espèce se placent *C. abeokutæ* Cramer (relié par des intermédiaires à *C. liberica*) à fruits petits, commun dans la forêt, de la Côte d'Ivoire au Cameroun inclus, puis *C. Klainii* Pierre à fruits très gros, relié également à *C. liberica*, connu au Gabon et au Mayombe portugais; puis des formes répandues dans l'intérieur du Congo et de l'Oubangui-Chari, de l'Ouellé jusqu'à l'Ituri, à grandes feuilles et à fruits petits ou moyens constituant les races de *C. Dewevrei* De Wild. et Durand (parmi lesquelles *C. excelsa* Chev.); enfin *C. oyemensis* Chev., rappelant l'*Abeokutæ*, mais à calice et stipules ciliés sur les bords, vivant dans la région de Woleu-Ntem, au Gabon.

3e Subsect. *Melanocoffea* Chev. (Groupe des Caféiers Nunez). — Arbustes moyens (3 à 5m de haut); feuilles subcoriaces, pétiolées, d'un vert mat, étroites ou elliptiques oblongues; fruits d'un beau noir à maturité. Le type du groupe est *C. stenophylla* G. Don. spontané en Guinée française et au Sierra-Leone.

4e Subsect. *Nanocoffea* Chev. (Groupe des Caféiers nains). — Arbustes nains (0m,20 à 2m de haut); feuilles persistantes, grandes ou moyennes, subsessiles; fruits moyens, rouges à maturité, peu nombreux.

Cinq espèces : *C. brevipes* Hiern, *C. humilis* Chev., *C. montana* Schum., *C. togoensis* Chev., *C. mayombensis* Chev., toutes de l'Ouest africain et du Bassin du Congo.

5e Subsect. *Mozambicoffea* Chev. (Groupe des Caféiers Mozambique). — Arbustes à feuilles caduques, petites (2 à 12cm de long), renfermant des sclérites dans le limbe; fruits ovoïdes à fèves petites ou très petites.

Quatre espèces spéciales à l'Afrique orientale et australe (de Zanzibar au Gazaland); *C. zanguebariæ* Lour., *C. racemosa* Lour. = *C. Ibo* Froehner = *C. Swynnertonii* Moore = *C. Klaurathii* Schum. ex De Wild., *C. ligustroïdes* Moore, *C. mufindiensis* Hutch.

Tous les *Eucoffea*, ainsi qu'il a été dit, donnent du café utilisable, mais la plus ancienne espèce connue, *C. arabica* L., cultivée depuis environ cinq siècles en Abyssinie et en Arabie et depuis plus de deux siècles dans nos vieilles colonies, fournit à elle seule plus de 90 % du café consommé, réputé, sans raison valable, le meilleur de tous les cafés. Mais la plupart

des autres espèces de Caféiers, presque toutes découvertes depuis moins de 50 années, donnent des grains analogues. Certains de ces Caféiers, appartenant aux deux sous-sections *Erythrocoffea* et *Pachycoffea*, donnent déjà des fèves qui, convenablement séchées, préparées et torréfiées, peuvent fournir un café qui a toutes les qualités du café d'Arabica, comme teneur en caféine et arome, surtout si on le laisse un peu vieillir et si la torréfaction est faite à point. Déjà ces sortes entrent pour plus d'un tiers dans la consommation française et, si l'on veut faire l'effort nécessaire, ils pourront se substituer bientôt presque complètement à l'*Arabica* qui nous vient pour la presque totalité de l'étranger.

Comme je l'ai montré dans une précédente Note (²), cette substitution est réalisable et il est très désirable qu'elle se fasse le plus rapidement possible.

BIOCHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'optimum d'équilibre nutritif en corrélation avec le mode d'exploitation d'une plante cultivée et sur l'opportunité de la biochimie agricole.* Note (¹) de MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume**.

Quand nous avons, il y a une vingtaine d'années, dirigé nos recherches sur le *contrôle biochimique des cultures en place*, on enseignait dans tous les traités de chimie agricole, au sujet de l'alimentation des végétaux, une *loi du minimum* (attribuée à Liebig) qui peut se formuler dans les termes suivants : Pour chaque espèce végétale les rapports physiologiques des constituants chimiques sont constants; en raison de cette constance, l'absorption de l'ensemble des éléments nutritifs par un végétal se fixe au niveau qu'il a acquis, si l'un des éléments nutritifs ne peut être fourni par le milieu à un taux plus élevé, cet élément se trouvant ainsi présenter, par rapport aux besoins alimentaires du végétal, le *minimum* de l'offre du milieu quand on le compare aux autres éléments du milieu.

En dépit des preuves multiples que nous avons fournies de l'inexactitude de cette prétendue loi du minimum, elle a été et elle est encore invoquée par des personnalités marquantes. Nous estimons donc opportun, pour l'interprétation du contrôle biochimique des plantes cultivées, d'énoncer explicitement la doctrine tout opposée à laquelle nous ont conduits nos travaux.

(²) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 653.

(¹) Séance du 26 février 1940.

1. *Pour une même espèce végétale, les rapports physiologiques des constituants chimiques varient très notablement avec les conditions de milieu.*

2. *La déficience d'un des éléments nutritifs, loin d'arrêter l'absorption des autres, peut au contraire l'exalter.*

3. *Toutefois les rapports physiologiques ne peuvent varier, pour une même espèce végétale, qu'entre certaines limites, au delà desquelles le végétal cesse de vivre. L'aire, fort large, des équilibres divers compatibles avec la vie est propre à chaque espèce végétale.*

4. *Un ensemble déterminé de rapports physiologiques compatible avec la vie correspond à la fois à un mode de nutrition déterminé et à un mode corrélatif de développement physiologique et morphologique.*

5. *A un mode choisi et réussi d'exploitation d'une plante cultivée correspond un équilibre nutritif particulier, qui se caractérise alors comme un* optimum. *Beaucoup de facteurs peuvent y faire obstacle et la plupart des insuccès de la culture correspondent à des équilibres nutritifs plus ou moins éloignés de l'*optimum, *soit par carence relative, soit par excès relatif d'un élément nutritif.*

6. *Lorsque, dans un sol qui ne nourrit pas la plante cultivée selon l'équilibre* optimum, *l'intervention d'un engrais a eu pour résultat de réaliser ou d'approcher cet équilibre* optimum, *l'absorption de l'ensemble des éléments nutritifs est augmentée et le développement est accru dans le sens voulu de l'exploitation de cette plante.*

Ces notions excluent la singulière expression *alimentation de luxe*, adoptée par certains agronomes et appliquée aux cas d'excès d'un élément nutritif par rapport à la prétendue constante spécifique; ce n'est qu'un détour de langage pour ne pas avouer que l'équilibre physiologique des constituants chimiques n'est pas constant. Dans ce cas, il n'y a pas *déséquilibre*, mais *un autre équilibre*, dont le développement végétal corrélatif peut être précisément voulu par le cultivateur. Tous les végétaux cultivés sont astreints par la culture à des équilibres alimentaires particuliers, au service d'une fin économique.

La chimie agricole est faite de toutes les données et méthodes de la chimie qui peuvent être utilisées, directement ou indirectement, au service de l'agriculture. Si elle incorpore logiquement beaucoup de notions de science pure dont l'application pratique est réservée à l'avenir, la chimie agricole comprend aussi des considérations qui, tout astreintes qu'elles soient à demeurer scientifiques, sont tout près de la pratique culturale et peuvent dès maintenant être techniquement utilisées. A une époque où l'intensification de la production agricole devient, pour de nombreuses années, un

devoir national, les agronomes se doivent d'examiner la valeur relative des disciplines servant le plus directement l'agriculture. En ce qui concerne notamment l'alimentation des plantes cultivées, aucune, à notre sens, ne convient mieux que le *contrôle chimique des cultures en place*, c'est-à-dire dans le milieu même de la pratique culturale. Les laboratoires qui ont le privilège d'être situés dans une région agricole peuvent, par ce contrôle biochimique, et à la condition de ne pas le restreindre à la plante finissante de la récolte, rendre des services immédiats, non seulement à la culture, mais aussi à la science des végétaux, par suite de la variété et de la multiplicité des conditions naturelles ([2]).

Aussi bien les genres d'études qui se partagent actuellement l'activité des laboratoires agronomiques, et dont l'intérêt scientifique n'est pas discutable, aboutissent nécessairement, s'ils veulent servir l'agriculture, à l'analyse biochimique de la plante poussant dans son milieu cultural

a. Cultures en milieu synthétique ou semi-synthétique. — Les conditions du milieu cultural en diffèrent si profondément, qu'une culture de plein air et de plein champ, avec analyse de la plante, peut seule donner corps aux conclusions que les milieux synthétiques suggèrent quant à l'alimentation des végétaux cultivés.

b. Analyse des sols. — Elle répond, en ce qui concerne l'alimentation des plantes cultivées, à une tentative pour prévoir, à la suite du prélèvement par des réactifs ou par une plante-test en germination sur un échantillon du sol, comment les plantes cultivées tireront de ce sol leur alimentation dans les conditions de la culture. Le sol n'étant pas tout le milieu cultural, ces suggestions ne doivent être acceptées qu'après l'analyse des plantes cultivées en plein champ; et l'on peut, avec beaucoup plus de sécurité, commencer par cette dernière analyse elle-même.

c. Champs d'essais des engrais. — Ces essais culturaux qui veulent conclure de l'engrais au rendement par la meilleure alimentation des plantes, restent aveugles, précisément quant à l'alimentation des diverses parcelles, si cette alimentation n'est pas constatée par l'analyse.

Par suite des variations annuelles de l'atmosphère, une même espèce végétale ne réalise pas tous les ans en un même lieu le même mode d'alimentation. C'est une raison de plus pour limiter les prévisions générales *a priori* et pour se documenter auprès de la plante sur l'alimentation déterminée par *toutes* les contingences : on part ainsi d'*un fait agricole d'alimentation.* Quand une industrie ne peut s'appuyer sur du *rationnel*, la logique lui commande de recourir à l'*empirisme contrôlé*, méthode dont l'agriculture concrète, si elle veut progresser, n'est pas près de s'affranchir.

([2]) Nous avons montré que, pour les plantes arbustives comme la vigne, on peut substituer le diagnostic foliaire à l'analyse de la plante entière. D'autre part Maume, Dulac et Bouat ont institué des méthodes bien contrôlées de semi-microanalyse qui, beaucoup plus rapides et beaucoup moins coûteuses que les méthodes classiques, sont *au moins* aussi exactes.

Conclusion. — Établir les rapports des divers aliments qui constituent l'optimum d'une culture régionale; mesurer les rapports qui se réalisent en pratique culturale; indiquer et expérimenter les engrais susceptibles d'amener ces derniers à l'optimum : telle est à notre avis la tâche à la fois urgente et efficace des laboratoires régionaux.

NOMINATIONS.

MM. **G. Perrier**, **E. Esclangon**, **A. de Gramont** sont désignés pour représenter l'Académie à la cérémonie commémorative du *Centenaire de la mort de* Prony, le samedi 16 mars 1940, à 15h, dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

PLIS CACHETÉS.

M. **Paul Durand** et Mlle **Hélène Sparrow** demandent l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 30 octobre 1939 et enregistré sous le n° 11618.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note intitulée *Inoculation pulmonaire des virus typhiques et boutonneux*.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

The Rothamsted Memoirs on Agricultural Science. Volume XXII, 1937-1939.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur l'équation de Kolmogoroff.*
Note de M. **Wolfgang Dœblin**, présentée par M. Emile Borel.

Nous continuons dans cette Note les investigations desquelles nous avons rendu compte dans une Note antérieure (¹) à laquelle nous renvoyons pour les notations et définitions. Nous supposerons dans tout ce qui suit que les fonctions $a(x, s)$ et $\sigma(x, s)$ sont continues par rapport à (x, s).

Théorème 1 d'existence. — *S'il existe un ensemble d'instants s partout dense dans* $[S, T]$ *pour lesquels* $\sigma(x, s)$ *est* $\neq 0$ *quel que soit* x, *si* (α) a *et* σ *sont bornées pour* $S \leqq s \leqq T$, *ou* (β) *s'il existe une suite de fonctions continues et bornées* a_n *et* σ_n *avec* $a_n \to a$, $\sigma_n \to \sigma$ [*uniformément si* x *est borné*, $S \leqq s \leqq T$] *pour lesquelles il existe des solutions régulières* $F(x, y, s, t \mid a_n, \sigma_n)$ *continues par rapport à* x *satisfaisant à la condition*

$$1 - F(x, y, s, t \mid a_n, \sigma_n) + F(x, -y, s, t \mid a_n, \sigma_n) < \varepsilon(x, y),$$

avec $\lim_{y \to \infty} \varepsilon(x, y) = 0$, *il existe au moins une solution régulière de l'équation de Kolmogoroff avec les données* a *et* σ.

Les théorèmes 2 et 3 permettront de remplacer la condition (β) par des critères assez facilement applicables. Notons qu'*il en résulte en particulier que* (β) *est satisfait si* $\sigma^2(x, s) = O(x^2)$, *et* $a(x, s) < Cx$ *pour* $x > x_0$, $> Cx$ *pour* $x < -x_0$.

Soit $\Phi(\tau)$ la probabilité pour que dans un processus stochastique homogène à accroissements indépendants où la loi de $(X(t') - X(t))/\sqrt{t' - t}$ est la loi de Laplace-Gauss réduite on ait

$$\max_{1 > t > 0} |X(t) - X(0)| < \tau, \quad \Phi(\tau) > 1 - \frac{4}{\sqrt{2\pi}} \int_{\tau}^{\infty} e^{-\frac{u^2}{2}} du.$$

Théorème 2. — *Soient* $\overline{A}[x_1, x_2, u] = \max_{x_1 \leqq y \leqq x_2} a(y, u)$,

$$\underline{A}[x_1, x_2, u] = \min_{x_1 \leqq y \leqq x_2} a(y, u), \quad \overline{\sigma}^2(x_1, x_2, u) = \max_{x_1 \leqq y \leqq x_2} \sigma^2(y, u).$$

Soient $U_1(s, t, X(s), K)$, $U_2(s, t, X(s), K)$ *les solutions du système*

$$U'_1(t) = \underline{A}[U_1(t), U_2(t), t],$$
$$U'_2(t) = \overline{A}[U_1(t), U_2(t), t]$$

(¹) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 705.

avec les conditions initiales

$$U_1(s) = X(s) - K, \qquad U_2(s) = X(s) + K.$$

Soit

$$\psi_1\big(s, t, X(s), K\big) = \int_s^t \overline{\sigma}^2\big(U_1(u), U_2(u), u\big)\,du.$$

Si $U_1(t)$ *et* $U_2(t)$ *sont finis, la probabilité pour que l'on ait pour tout* τ *compris entre s et t,*

$$U_1\big(s, \tau, X(s), K\big) \leqq X(\tau) \leqq U_2\big(s, \tau, X(s), K\big)$$

est $\Phi\Big(K/\sqrt{\psi_1(s, t, X(s), K)}\Big)$.

Théorème 3. — *Soient*

$$A^{(+)}(x_1, x_2, u) = \max\big(O, \overline{A}(x_1, x_2, u)\big), \qquad A^{(-)}(x_1, x_2, u) = \min\{\underline{A}(x_1, x_2, u), 0\}.$$

Soit $U^{(+)}(s, t, X(s), K)\,[U^{(-)}(s, t, X(s), K)]$ *la solution de l'équation*

$$U'(t) = A^{(+)}\big(X(s), U(t), t\big)\,\big[U'(t) = A^{(-)}\big(U(t), X(s), t\big)\big]$$

prenant la valeur $X(s) + 2K\,[X(s) - 2K]$ *pour* $t = s$. *Soit*

$$\psi_2\big(s, t, X(s), K\big) = \int_s^t \sigma^2[U^{(-)}(u), U^{(+)}(u), u]\,du.$$

Si $U^{(-)}\big(s, t, X(s), K\big)$, $U^{(+)}\big(s, t, X(s), K\big)$ *sont finis, la probabilité pour que l'on ait*

$$U^{(-)}\big(s, \tau, X(s), K\big) \leqq X(\tau) \leqq U^{(+)}\big(s, \tau, X(s), K\big)$$

pour tout $s < \tau < t$ *est* $\geqq \Phi\Big(K/\sqrt{\psi_2(s, t, X(s), K)}\Big)$.

Corollaire. — *La condition* β *du théorème 1 est vérifiée si l'on a*

(β') $$U_1(S, T, O, K), \quad U_2(S, T, O, K)$$

sont finis quel que soit K *et*

$$\lim_{k \to \infty} \Psi_1(S, T, O, K)K^{-2} = 0,$$

ou

(β'') $$U^{(-)}(S, T, O, K), \quad U^{(+)}(S, T, O, K)$$

sont finis quel que soit K *et*

$$\lim_{k \to \infty} \Psi_2(S, T, O, K)K^{-2} = 0.$$

THÉORÈME 4. — *Toute solution régulière* $F(x, y, s, t | a, \sigma)$ *de l'équation de Kolmogoroff est continue par rapport à* y *et* t *en chaque point où* $\sigma(y, t) > 0$. *Si* a_n *et* σ_n *sont bornées* (*et* $\sigma_n > 0$), *il existe des solutions régulières*

$$F(x, y, s, t | a_n, \sigma_n)$$

continues par rapport à x. *Si* a_n *et* σ_n *convergent vers des fonctions continues et bornées* a *et* σ *avec* $\sigma > 0$, *il existe une suite d'entiers* n_j *telle que*

$$F(x, y, s, t | a_{n_j} | \sigma_{n_j}) \to F(x, y, s, t | a, \sigma) \quad F(x, y, s, t | a, \sigma)$$

étant une solution régulière de l'équation de Kolmogoroff avec les coefficients a *et* σ, *continue par rapport à* x, y, s, t. *Soit* $\sigma(y, x, t, s) = 1 - F(x, y, s, t | a, \sigma)$, σ *satisfait à l'équation fonctionnelle suivante*

$$\sigma(y, x, t, s) = \int_{-\infty}^{+\infty} \sigma(z, x, u, s)\, d_z\sigma(y, z, t, u) \qquad (t > u > s).$$

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur un cas de résolution explicite de l'équation de l'aile portante.* Note de M. **Legras**, présentée par M. Henri Villat.

Des articles récents montrent comment ramener l'équation classique de l'aile portante à une équation de Fredholm à noyau symétrique, dont la suite des fonctions fondamentales est fermée et définie. Une fois trouvées toutes les solutions de l'équation sans second membre suivant les valeurs du paramètre, nous savons qu'il est possible d'obtenir la solution numérique par un développement en série des fonctions fondamentales, sous réserve de certaines conditions de convergence. Cette méthode est d'ailleurs employée dans le cas de l'aile en forme plan elliptique, cas où les *cos* $n\theta$ sont les solutions fondamentales de l'équation de Fredlhom.

Nous allons appliquer cette méthode au cas des ailes de profondeur

$$t(x) = t_0 \sqrt{(1 - x^2)(1 - x^2 \sin^2\alpha)},$$

ailes d'envergure 2, le long de l'axe des x. Pour découvrir les solutions fondamentales nous remplacerons, suivant une méthode classique, le problème par un problème mixte de recherche de potentiel : chercher une fonction $\varphi(x, y)$ harmonique dans le demi-plan $y > 0$, nulle sur l'axe des x à l'extérieur du segment $(-1, +1)$ et qui, sur ce segment, est

solution de

$$(1) \qquad \left[\varphi(x, y) - kt(x)\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right]_{y \to 0} = 0,$$

$\varphi(x, y)$ et la circulation $\gamma(x)$ sont liées par $\gamma(x) = 1/2\varphi(x, 0)$.

Transformons le demi-plan des y positifs par la représentation conforme

$$(2) \qquad Z = \int_{-1}^{z} \frac{dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-\sin^2\alpha . z^2)}},$$

où le radical $\sqrt{(1-x^2)(1-\sin^2\alpha . x^2)}$ prend sa détermination positive lorsque $-1 < x < 1$. Le demi-plan se transforme en l'intérieur du rectangle OABC défini par le côté OA porté par Ox, de longeur

$$a = \int_{-1}^{+1} \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)(1-\sin^2\alpha . x^2)}},$$

et OC porté par Oy, de valeur

$$b = \int_{1}^{\frac{1}{\sin\alpha}} \frac{dx}{\sqrt{(x^2-1)(1-\sin^2\alpha . x^2)}}.$$

Cette représentation transforme en particulier le segment $-1 < x < 1$ en le segment $0 < X < a$, les abscisses étant liées par

$$(3) \qquad x = sn\left(X - \frac{a}{2}\right).$$

On est ainsi conduit à chercher une fonction $\Phi(X, Y)$, transformée de $\varphi(x, y)$, harmonique dans ce rectangle, nulle sur les côtés AB, BC et CO, et qui sur OA satisfait à

$$(4) \qquad \left[\Phi(X, Y) - \frac{kt_0}{4}\frac{\partial\Phi}{\partial y}\right]_{y \to 0} = 0.$$

On constate que les fonctions

$$\Phi_n(X, Y) \equiv \sin\frac{n\pi X}{a} \operatorname{sh}\frac{n\pi}{a}(Y - b),$$

où a et b désignent les côtés du rectangle, répondent au problème, les valeurs caractéristiques étant

$$\lambda_n = -\frac{n\pi}{a}\coth\frac{n\pi b}{a},$$

car

$$\frac{1}{\lambda_n}\frac{\partial \Phi_n(X, O)}{\partial Y} + \Phi_n(X, O) \equiv 0.$$

Les solutions forment, comme prévu, une suite orthogonale et fermée. La solution de l'équation

$$(5) \qquad \Phi(X, O) - \frac{kt_0}{4}\frac{\partial \Phi(X, O)}{\partial Y} = \frac{V_0}{2} k J(X) T(X),$$

où J(X) et T(X) désignent les fonctions transformées de l'incidence $j(x)$ et de la profondeur $t(x)$ par le changement de variable (3), — s'obtient en développant le deuxième membre en $\sum_1^\infty b_n \sin\frac{n\pi X}{a}$, la solution $\Gamma(X)$ transformée de $\gamma(x)$ est alors obtenue par la série

$$(6) \qquad \sum c_n \sin\frac{n\pi X}{a} \qquad \text{ou} \qquad c_n = \frac{b_n}{2}\,\frac{1}{1+\frac{kt_0}{4}\lambda_n}.$$

La solution numérique s'obtient donc de la façon suivante : une représentation, par exemple graphique, de la relation $x = sn(X - a/2)$ permet de construire point par point J(X)T(X) et, partant, de déterminer les coefficients b_n. La formule (6) donne les e_n et de là $\Gamma(X)$, on peut alors construire $\gamma(x)$ point par point.

Les ailes étudiées ont l'allure d'ailes elliptiques, dont les bouts seraient affinés. Pour $\alpha = 85^\circ$, une aile de profondeur au centre 1^m ne diffère de l'aile parabolique $y = 1 - x^2$ que de moins de 6^{mm}, cette différence n'étant guère sensible qu'aux extrémités, où le rayon de courbure est de 6^{mm}.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la mise en évidence des couches superficielles par les variations secondaires du pouvoir réflecteur.* Note [1] de M. **Jean Loiseleur**, présentée par M. Jean Perrin.

L'attaque chimique d'une surface polie débute nécessairement par la formation d'un revêtement monomoléculaire qui peut, soit constituer l'amorce d'une réaction en chaîne intéressant des couches de plus en plus profondes de molécules, soit exercer, au contraire, une action de protection.

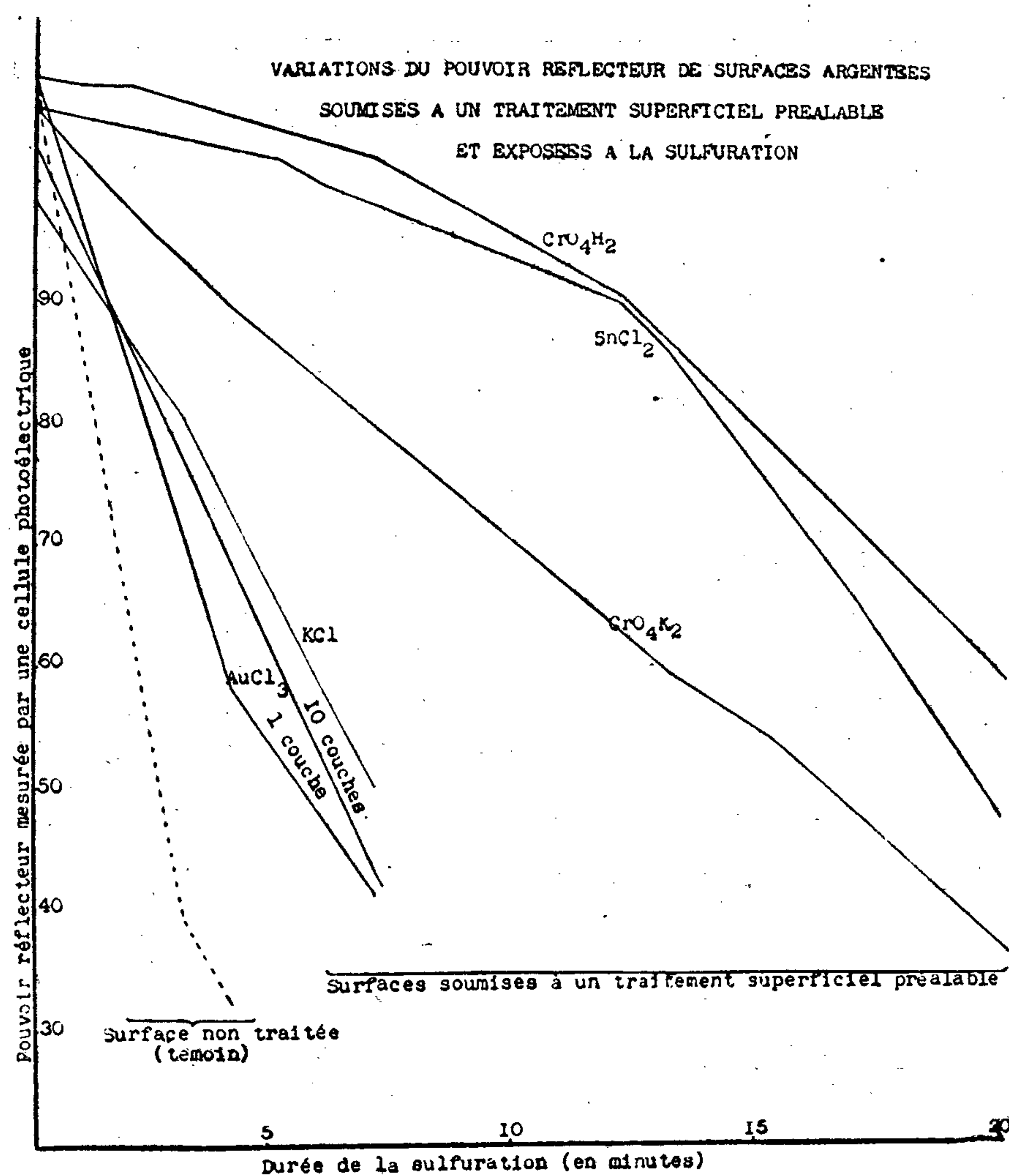
---

[1] Séance du 26 février 1940.

La présence d'un tel film moléculaire superficiel peut être mise en évidence par les variations secondaires du pouvoir réflecteur en présence d'un réactif auxiliaire.

Dans le cas d'une surface argentée, cette réaction auxiliaire peut consister à soumettre la surface à l'action des vapeurs de $(NH^4)^2S$ et à enregistrer la décroissance du pouvoir réflecteur, les conditions de l'épreuve étant définies avec exactitude pour que la courbe enregistrée soit constante et reproductible.

Supposons maintenant que, dans un traitement préalable, la couche



superficielle de cette surface soit entrée dans une combinaison saline non décomposable par H^2S. Il en résultera une résistance à l'action de H^2S, c'est-à-dire une allure différente de la courbe de décroissance du pouvoir réflecteur, lors de l'épreuve de sulfuration.

L'expérience a été faite avec des plans de verre argentés et placés dans une enceinte fermée, portée à 30-32° et saturée à la fois de $(NH^4)^2S$ et de

vapeur d'eau. La glace, soumise à un éclairement constant, envoie un rayon réfléchi à 45° sur une cellule photoélectrique dont les variations sont enregistrées par un potentiomètre automatique.

On a expérimenté ainsi des argentures traitées préalablement par KCl, KI, $AuCl^3$, $SnCl^2$, AsO^4K^3, CrO^4K^2, CrO^4H^2, à des concentrations variant de $n/10000$ à $n/2$ et avec des durées s'échelonnant de 5 secondes à 15 heures. Il en résulte (courbe ci-contre) que

1° ces traitements ont entraîné toujours un retard notable à la sulfuration;
2° le traitement à l'acide chromique est, à ce point de vue, le plus efficace;
3° cet effet de protection est sensiblement indépendant, tout au moins dans une large zone, des conditions de concentration et de durée du traitement.

Cette dernière constatation laisse à penser que les traitements précités ont toujours entraîné la formation d'un film protecteur monomoléculaire. Le fait peut être vérifié en traitant des argentures par des solutions de nitrate d'or (par agitation pendant 15 heures à 18°) permettant, par double décomposition, le dépôt d'une couche d'or sur la surface argentée. Les concentrations sont calculées ([2]) de façon à permettre la formation d'une seule couche superficielle dans un cas et de 10 couches dans l'autre. L'examen des courbes enregistrées dans l'un et l'autre cas montre une différence à peine marquée : ce qui permet d'attribuer, dans tous les cas, la protection observée à la formation d'un film monomoléculaire.

En résumé, les variations indirectes du pouvoir réflecteur permettent de déceler l'existence de films moléculaires superficiels. Dans le cas de l'argent, ces films, et en particulier celui résultant de l'action de l'acide chromique, retardent notablement la sulfuration de la surface argentée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'attaque des métaux.*
Note de M. **Vasilesco Karpen**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'expression, donnée dans une Note précédente ([1]), de la différence de potentiel entre métal et électrolyte se touchant, et les considérations qui y ont conduit, permettent de se rendre compte des particularités de l'attaque

([2]) En admettant pour le rayon de Au^{+++}, $r = 0,7.10^{-8}$ cm.

([1]) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 509.

des métaux par les acides et corps analogues. Cette expression est

$$(1) \qquad V = \theta - \frac{RT}{n} \log \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}' + x} = -\tau + RT \log \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}' + nx}.$$

(θ et τ, travaux pour faire passer l'équivalent électrochimique de cations et d'électrons du métal dans l'électrolyte; $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{M}'$, $\mathcal{E}$, $\mathcal{E}'$, concentrations respectives de ces éléments; x et nx, augmentation de ces concentrations, au voisinage immédiat de la surface de contact, du fait de l'inexistence de l'équilibre entre cations et électrons du métal et ceux de l'électrolyte).

La formule (1) suppose que le flux d'électrons arrivant du métal dans la solution n'y rencontre pas de corpuscules dont l'affinité pour les électrons soit comparable à celle des cations du métal. Si, au contraire, la solution contient de pareils corpuscules, les électrons s'uniront à eux en partie ou en totalité; les cations et électrons sortis du métal, au lieu d'y retourner sous forme d'atomes neutres, diffuseront partiellement vers la masse de la solution, tout en augmentant leur concentration près de la surface de contact; le métal se dissout. Au bout de quelque temps, un régime permanent s'établit, la concentration des cations près de la surface de contact sera $\mathfrak{M}' + y_m$ et la concentration des électrons $\mathcal{E}' + y_e$; les cations et électrons qui diffusent étant remplacés par ceux qui sortent du métal. La formule (1) devient

$$(2) \qquad V = \theta - \frac{RT}{n} \log \frac{\mathfrak{M}}{\mathfrak{M}' + y_m + x_1} = -\tau + RT \log \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}' + y_e + nx_1},$$

avec, évidemment, $x_1 < x$.

Les corpuscules en question peuvent être des molécules de Cl, Br, I, O etc. ou des ions H^+ s'il s'agit d'un acide.

L'attaque d'un métal est donc déterminée par l'absence d'équilibre statistique entre cations et électrons du métal et ceux de la solution; absence d'équilibre qui se trouve à la base de la théorie développée dans des communications précédentes. *S'il y avait équilibre, si x était nul, l'attaque n'aurait pas lieu, aucune force ne sollicitant cations et électrons à sortir du métal en plus grand nombre que ceux qui y entrent.*

Au début l'intensité de la réaction (vitesse de dissolution) est déterminée quantitativement par la valeur de x de la formule (1). En considérant, pour simplifier, le cas d'un métal monovalent, et en supposant qu'au début la solution ne contient pas de cations ($\mathfrak{M}' = 0$), on tire de cette

formule

(3) $$x = -\frac{\mathcal{E}'}{2} + \sqrt{\frac{\mathcal{E}'^2}{4} + \mathfrak{M}\mathcal{E} e^{-\frac{\theta+\tau}{RT}}};$$

de cette expression il résulte, s'il s'agit d'une solution acide, que

1° pour un même $\theta + \tau$ (pour un métal donné), x sera d'autant plus grand, donc la réaction d'autant plus intense, que l'acide sera plus concentré, donc $\mathcal{E}'$, concentration en électrons de la solution, plus petite;

2° pour une concentration donnée de l'acide, et pour un même métal, l'attaque augmente assez rapidement avec la température T;

3° pour une même concentration de l'acide, les métaux à faible $\theta + \tau$ seront les plus fortement attaqués.

Les deux premières conclusions, on le sait, sont confirmées par l'expérience. La dernière l'est aussi, car $\theta + \tau$ est à peu de chose près égal à la chaleur d'ionisation Q′ définie par la relation $M^+ + \bar{e} = M(\text{solide})(+ Q')$, Q′, comprenant la chaleur Q de l'union de M^+ à $\bar{e}$, *dans la solution*, plus la chaleur π de condensation des atomes dispersés en métal solide, moins la chaleur q de dissociation de l'atome *dans le métal*.

Considérons, en effet, *à l'intérieur* du métal, un atome M dissocié en ses éléments M^+ et $\bar{e}$; passons ces éléments du métal dans la solution en dépensant le travail $\theta + \tau$; unissons-les dans la solution en recevant Q; repassons l'atome M ainsi formé dans le métal en recevant π; enfin dissocions-le, pour le ramener à l'état initial, en dépensant q; nous devons avoir $\theta + \tau = Q + \pi - q = Q'$.

Les chaleurs Q′ ne sont pas encore connues, mais on connaît leurs différences, on peut les ranger par ordre de grandeur et constater qu'en général ce sont les métaux à faible chaleur d'ionisation Q′, donc à petit $\theta + \tau$, qui sont les plus facilement attaqués par les acides.

La valeur de y_m, qui détermine la diffusion des cations, donc la vitesse de dissolution du métal, dépend de x_1, donc de x et de $\theta + \tau$, qui mesure aussi l'affinité des cations pour les électrons. Même pour des métaux à faible $\theta + \tau$, comme le zinc, lorsque les métaux sont purs, la vitesse de dissolution, une fois le régime établi, doit être petite. C'est de cette façon que peut être expliqué, par exemple, le ralentissement de l'attaque du zinc pur par l'acide sulfurique.

Les mêmes considérations s'appliquent à l'attaque des métaux par les halogènes ou par l'oxygène. L'électron a pour ces corps une affinité supérieure même à son affinité pour les cations des métaux dits nobles, à grand $\theta + \tau$ et pour les ions H^+.

Cette circonstance se traduit, dans la relation (1), par la petitesse de la concentration $\mathcal{E}'$ des électrons dans les solutions contenant des halogènes; comme on sait, ces solutions dissolvent l'or et les métaux du groupe platine.

La solution d'acide sulfurique n'attaque pas le cuivre à froid, mais, si l'on introduit dans la solution de l'oxygène sous pression, le cuivre est dissous. Ici aussi le rôle de l'oxygène est d'abord de réduire $\mathcal{E}'$ dans la solution, ensuite de capter les électrons sortant du métal, suivant la réaction $O^2 + 4\bar{e} + 4H^+ = 2H^2O$.

BIOCHIMIE COMPARÉE. — *Pression osmotique et poids moléculaire des albumines et des globulines sériques chez les Sélaciens et les Cyclostomes.* Note de MM. **Jean Roche**, **Yves Derrien** et **Maurice Fontaine**, présentée par M. Paul Portier.

Le sérum des Poissons cartilagineux (Sélaciens) et des Cyclostomes contient des protéines que leur solubilité en présence de sulfate d'ammonium permet de fractionner en albumines et en globulines [1]. Or les animaux de ces deux ordres présentent des caractères physiologiques si particuliers que l'on ne saurait *a priori* considérer leurs protéines humorales comme identiques à celles des autres Vertébrés. En fait, les recherches de Svedberg et Andersson [2] sur l'ultracentrifugation des sérums d'un Téléostéen, la Brême (*Abramis brama* L.), et d'un Cyclostome, la Lamproie d'eau douce (*Petromyzon fluviatilis* L.), apportent un premier argument en faveur de cette manière de voir. En effet, pour ces auteurs, les albumines et les globulines des Poissons osseux auraient le même poids moléculaire que celles des Vertébrés supérieurs, soit respectivement 68 000 et 136-160 000, tandis que le sérum des Cyclostomes contiendrait une protéine de poids moléculaire égal à 33 000. Nous nous sommes proposé de déterminer le poids moléculaire des albumines et des globulines sériques de deux Sélaciens, le Chien de mer (*Galeus canis* L.) et la Roussette (*Scylliorhinus stellaris* L.), et d'un Cyclostome, la Lamproie marine (*Petromyzon marinus* L.) [3], afin d'apporter une contribution à la biochimie comparée des humeurs et de contrôler l'hypothèse formulée par Svedberg et Andersson. Nos recherches mettant en œuvre la méthode osmométrique

(1) J. Roche, Y. Derrien et M. S. Chouaïech, *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 1301.

(2) *Nature*, 142, 1938, p. 147.

(3) Lamproie pêchée en eau douce (Vienne) en mai.

(Adair), la comparaison de leurs résultats et des données antérieurement acquises par ultracentrifugation devaient *a priori* permettre ce contrôle dans des conditions satisfaisantes.

Les protéines étudiées ont été fractionnées par précipitation au sulfate d'ammonium [1] et purifiées par dialyse prolongée à 0° contre des solutions de phosphates alcalins M/15 (Sörensen) de pH 6,38. La pression osmotique des albumines et des globulines totales en équilibre à 0° avec ces dernières a été mesurée par la méthode d'Adair et les résultats obtenus ont permis de calculer le poids moléculaire M de ces corps. M est égal à $10RT/\pi_0$ (Adair), R étant la constante des gaz, T la température absolue et $\pi_0 = p/C_0$ la pression osmotique p (en mm. Hg) par unité de concentration C (en grammes de protéine pour 100^{cm}) pour $C = 0$. La valeur de π_0 a été déterminée par extrapolation à partir d'une série de mesures osmométriques, pour chaque corps étudié.

Nos résultats ont été rassemblés dans le tableau ci-dessous, dans lequel nous ne leur avons adjoint comme éléments de comparaison qu'un petit nombre de données établies par A. Roche, Bracco et Marquet sur les protéines sériques du Cheval (*Equus caballus* L.), les albumines et les globulines de tous les Vertébrés supérieurs ayant le même poids moléculaire (Svedberg et Andersson).

Protéine étudiée.	Nombre d'osmomètres.	π_0.	M.
Sérumalbumine.			
Galeus canis L. (Sélacien)...........	2	2,42 (*)	70 400
Scylliorhinus stellaris L. (Sélacien)..	5	2,60	65 500
Petromyzon marinus L. (Cyclostome).	3	3,00 (*)	56 800
Equus caballus L..................	11	2,47	68 900
Sérumglobuline.			
Galeus canis L. (Sélacien)...........	7	1,10	154 800
Scylliorhinus stellaris L. (Sélacien)..	2	0,80 (*)	213 000
Petromyzon marinus L. (Cyclostome).	8	5,00	34 000
Equus caballus L..................	15	1,14	150 000

(*) Valeur approximative.

L'examen de ce tableau justifie les conclusions suivantes :

1° La sérumalbumine des deux Sélaciens étudiés et celle des Vertébrés supérieurs ont le même poids moléculaire M, à savoir 68000 environ; celle de *Petromyzon marinus* L. présente une valeur de M légèrement moindre, sans doute en raison de la présence de globuline dans les préparations.

2° Le poids moléculaire de la sérumglobuline (non fractionnée) est très

voisin de 150000 chez *Galeus canis* L. et chez les Vertébrés supérieurs; celui de la même protéine extraite du sérum de *Scylliorhinus stellaris* L. est du même ordre de grandeur, bien que sensiblement plus élevé.

Cette différence est probablement attribuable à la prédominance dans le sérum des Sélaciens de particules globuliniques de grande taille, celles-ci étant peu nombreuses dans les humeurs des Vertébrés supérieurs (Svedberg, Mac Farlane, von Mutzenbecher). Par contre le poids moléculaire de la sérumglobuline de *Petromyzon marinus* L. est égal à 34000, valeur correspondant à deux *unités* de Svedberg.

3° Ces faits permettent de préciser que la fraction protéique de faible poids moléculaire mise en évidence par Svedberg et Andersson dans le sérum des Lamproies est constituée par des globulines. Ils traduisent une différence entre les caractères de celles-ci et ceux des protéines du même type existant dans le sérum des autres Vertébrés et apportent donc, au même titre que la présence d'érythrocruorines dans les hématies des Cyclostomes (Svedberg et Eriksson-Quensel, Roche et Fontaine), un nouvel argument en faveur de la séparation des Poissons (Téléostéens et Sélaciens) et des Cyclostomes dans la classification zoologique. Ces derniers forment bien, en raison de leurs caractères anatomiques, physiologiques et biochimiques, une classe particulière, à la base de l'embranchement des Vertébrés.

IMMUNOLOGIE. — *Le gel d'alumine en tant qu'adjuvant du vaccin contre la peste bovine.* Note de M. **Henri Jacotot**, transmise par M. Émile Roubaud.

On sait toute l'importance des acquisitions que l'immunologie doit aux travaux de Ramon sur le rôle des substances adjuvantes et stimulantes de l'immunité.

Par ailleurs les résultats particulièrement intéressants qui ont été obtenus récemment par Waldmann dans la vaccination contre la fièvre aphteuse au moyen de virus adsorbé par le gel d'alumine ont attiré l'attention sur ce produit dont l'emploi, aux mêmes fins, avait été inauguré par Schmidt en 1935.

Le vaccin antiaphteux apparaît comme l'association d'un antigène

tissulaire (¹) et d'un adjuvant, et il est rationnel de penser que si ce complexe possède un pouvoir immunigène élevé, c'est essentiellement à sa structure qu'il le doit.

Partant de cette idée, je me suis proposé de rechercher si l'addition de gel d'alumine au vaccin organique formolé, en usage contre la peste bovine, permettrait de renforcer l'action de ce vaccin dans une mesure intéressante. Des essais du même ordre ont déjà permis à Le Roux (²) d'établir que l'enrobage dans la lanoline du vaccin antipestique formolé a pour effet d'augmenter de quatre fois son activité.

Le vaccin constitué par des pulpes organiques finement broyées et émulsionnées dans de l'eau formolée est additionné, quelques jours après sa préparation, alors qu'aucune trace de virus ne peut plus y être décelée, d'une certaine quantité de gel d'alumine; on le conservera dans les mêmes conditions qu'un échantillon d'émulsion non additionnée de gel, mais complétée au même volume, et qui servira de vaccin témoin.

L'examen au microscope montre que les granules d'hydroxyde d'aluminium se fixent sur les particules de tissus qui constituent le principe actif du vaccin ou lui servent de support; ils forment un revêtement plus ou moins complet autour de chacune d'elles. Les amas cellulaires de petites dimensions et les cellules libres se réunissent entre eux ou se soudent à des particules plus grosses. L'adsorbat se dépose rapidement; une légère agitation permet de reconstituer la suspension.

Exp. 1. — Émulsions vaccinales préparées quelques jours avant. Cinq veaux reçoivent respectivement, 0,25, 0,5, 1, 2 et 4^{cm^3} de vaccin adsorbé, cinq autres veaux reçoivent respectivement $1,_5$, 3, 5, 8 et 12^{cm^3} de vaccin témoin. On les éprouve tous, 15 jours après, par inoculation de 2^{cm^3} de sang virulent. Parmi les premiers, celui qui a reçu $0^{cm^3},25$ de vaccin présente une immunité partielle, les quatre autres une immunité totale; parmi les seconds, ceux qui ont reçu $1,_5$, 3 et 5^{cm^3} de vaccin ne bénéficient d'aucune immunité, celui qui a reçu 8^{cm^3} offre une résistance partielle; seul celui qui a reçu 12^{cm^3} présente une immunité totale; le rapport d'activité des deux vaccins est de 1/25 environ.

Exp. 2. — Émulsions vaccinales préparées trois semaines avant. Quatre veaux reçoivent respectivement 0,25, 0,5, 1 et 2^{cm^3} de vaccin adsorbé; quatre autres veaux

(¹) Antigène tissulaire par opposition à antigène humoral; en effet, tandis que, destitués de leur virulence par des moyens appropriés, certains parenchymes ou tissus des sujets atteints d'une quelconque des pestes animales sont aptes à vacciner fortement et de façon durable, les humeurs de ces sujets, traitées de la même manière, sont impropres à engendrer la plus légère immunité. La distinction est donc fondamentale.

(²) *Bull. Acad. Vét.*, 12, 1939, p. 125.

reçoivent 1, 2, 4 et 8^{cm^3} de vaccin témoin. Tous ces animaux sont éprouvés 15 jours plus tard par inoculation de 2^{cm^3} de sang virulent. Les veaux qui ont reçu 0,25 et $0^{cm^3},5$ de vaccin adsorbé offrent une résistance partielle, les deux autres une immunité totale; parmi les autres, ceux qui ont reçu 2^{cm^3} de vaccin sont demeurés entièrement réceptifs, celui qui a reçu 4^{cm^3} offre une immunité partielle, celui qui a reçu 8^{cm^3} une immunité totale; l'adsorption a relevé l'activité du vaccin dans la proportion de 1 à 10.

Exp. 3. — Émulsions vaccinales qui ont été conservées pendant 2 mois dans des conditions particulièrement défavorables : fraîches, elles engendraient une immunité totale aux doses respectives de 1^{cm^3} (vaccin adsorbé) et de 9^{cm^3} (vaccin témoin). Cinq veaux reçoivent respectivement 0,5, 1, 2, 4, 8^{cm^3} de vaccin adsorbé, et cinq autres veaux 3, 6, 10, 15, 25^{cm^3} de vaccin témoin. A l'épreuve virulente, parmi les premiers, ceux qui ont reçu $0^{cm^3},5$ et 1^{cm^3} de vaccin présentent une immunité partielle, les autres une immunité totale; parmi les seconds tous contractent une peste caractérisée; le dernier (25^{cm^3}) offre pourtant une légère résistance; le rapport d'activité des deux vaccins qui était originellement de 1,9 est compris, 2 mois après, entre 1/25 et 1/50.

Exp. 4. — Émulsions vaccinales qui ont été conservées pendant 4 mois à la température de 8°, puis pendant 2 mois à la température de 32°. Trois veaux reçoivent uniformément 5^{cm^3} de vaccin adsorbé et trois veaux 5^{cm^3} de vaccin témoin. On les éprouve 15 jours après. Les trois premiers opposent une résistance totale à l'inoculation virulente, les trois autres contractent une peste grave quoique non mortelle.

En résumé, l'addition de gel d'alumine aux émulsions tissulaires formolées que l'on emploie comme vaccin contre la peste bovine, renforce leur pouvoir vaccinant dans de notables proportions : le vaccin adsorbé se montre de 10 à plus de 25 fois supérieur au vaccin ordinaire; au surplus, il se distingue de celui-ci par la régularité, la constance de ses effets.

Ce résultat permet d'envisager la possibilité de présenter le vaccin antipestique sous une forme particulièrement active, tout en réduisant sensiblement le volume de la dose à injecter.

Les pulpes de tissus et le gel d'alumine s'associent selon la loi d'adsorption mutuelle des solides.

ÉPIDÉMIOLOGIE TROPICALE. — *Agent infectieux du genre* Rickettsia, *mis en évidence chez une tique* (Hæmaphysalis bispinosa *Neumann*) *du Cerf de la Cochinchine*. Note de MM. **Joseph Mesnard** et **Constantin Toumanoff**, présentée par M. Émile Roubaud.

Depuis une dizaine d'années, on observe en Cochinchine des cas de typhus tropical, *Scrub typhus* de Malaisie anglaise, chez des Européens, ainsi que chez des autochtones annamites. La plupart de ces Européens sont des planteurs, des forestiers, des chasseurs qui, au cours de leurs

randonnées dans la brousse forestière et quelquefois, pour les chasseurs, durant le voyage de retour en compagnie du gibier, sont piqués par des tiques. Ces malades ont pour la plupart vu ces tiques piqueuses, mais aucun ne les a conservées et, en Cochinchine, aucun renseignement n'a pu encore être donné sur les transmetteurs de cette rickettsiose, pas plus, du reste, que sur le réservoir de virus.

Nous avons orienté nos recherches dans ce sens et avons tenté, à l'aide des animaux de laboratoire (cobayes), d'isoler, en partant des tiques recueillies sur divers animaux sauvages, des agents d'infections humaines. Nous avons inoculé, à plusieurs reprises, des tiques prélevées sur des cervidés, lapins, civettes et aussi sur les animaux à sang froid (Varans).

Dans le courant du mois d'août 1939 nous avons recueilli sur un cerf sambur [*Cervus* (*Rusa*) *unicolor* Cuv.], tué dans la forêt cochinchinoise, un lot de tiques fraîchement gorgées. Vingt et une tiques de l'espèce *Hæmaphysalis bispinosa* Neumann ([1]) furent retenues. Le contenu du corps des Acariens fut inoculé, après broyage, à 7 cobayes. Chaque cobaye reçut dans le péritoine le broyat de 3 tiques dans 2^{cm^3} d'eau physiologique.

Le cinquième jour après l'inoculation, l'un des cobayes (une femelle) présenta une brusque élévation de température à 40°,8 et le lendemain 41°,1. En même temps apparaissait une forte congestion de la vulve, avec une tache ecchymotique.

L'autopsie nous montra les organes génitaux très congestionnés, couverts d'un enduit gélatineux hémorragique et la rate augmentée de volume. L'intestin et les autres organes étaient d'apparence normale. Le sang du cœur fut ensemencé sans résultat.

Le cerveau fut prélevé et broyé dans 60^{cm^3} d'eau physiologique. Quatre cobayes reçurent chacun dans le péritoine 5^{cm^3} de cette émulsion. Nous avons ainsi pu réaliser des passages en série de l'agent infectieux.

Au cours de ces 6 mois, 25 passages ont été effectués sur un total de 77 cobayes.

La durée de l'incubation observée est généralement de 4 à 8 jours.

La fièvre dure en moyenne de 2 à 8 jours, parfois de 11 à 14 jours. Elle s'élève rarement à 41° et au-dessus (6 cas), et atteint le plus souvent un

---

([1]) Cette tique, qui présente en Extrême-Orient une large distribution géographique, et fréquente des hôtes variés, a été également rencontrée sur l'homme.

MM. Roubaud et Colas Belcour ont bien voulu confirmer notre détermination de l'Acarien.

maximum de 40°,5. Un certain nombre de cobayes ne présentèrent pas d'élévation apparente de température. Trois d'entre eux eurent cependant un œdème scrotal durant 3 et 4 jours.

Une réaction scrotale avec œdème et rougeur plus ou moins marquée apparut entre les 4e et 7e passages chez 11 cobayes, en même temps que la fièvre, et dura de 1 à 7 jours.

Parmi ceux qui furent sacrifiés, les vaginales étaient généralement très injectées et parfois adhérentes, même chez des animaux n'ayant pas présenté de réaction scrotale.

La recherche des *Rickettsia*, pratiquée sur des frottis de vaginale, d'exsudat péritonéal et de rate, fut parfois positive. Les *Rickettsia* ne sont pas en grand nombre. Elles se présentent presque toujours sous la forme diplobacillaire, éparpillées dans les cellules et aussi en dehors d'elles.

En résumé : un agent infectieux du genre *Rickettsia*, pathogène pour le cobaye, a été isolé de la tique *Hæmaphysalis bispinosa* Neumann, capturée sur un cerf sambur, *Cervus* (*Rusa*) *unicolor* Cuv. Le cobaye présente une courbe de température caractéristique, avec parfois une réaction scrotale. La maladie peut aussi être inapparente.

Les recherches en cours permettront peut-être de préciser les affinités de ce virus avec les agents des rickettsioses humaines déjà connues, en particulier du typhus tropical, et de déceler, dans ces régions forestières giboyeuses et peuplées d'autochtones demi-sauvages, le réservoir de virus animal ou humain.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 29 janvier 1940.)

Note de M. *Émile Sevin*, Etude du système de Procyon (α *Canis Minoris*) :

Page 165, ligne 14 en remontant, *au lieu de* T''_2, *lire* T''_e.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Emile Picard** dépose sur le bureau de l'Académie la *Connaissance des Temps ou des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs* pour l'an 1941 publiée par le Bureau des Longitudes.

M. **F. Grandjean** dépose sur le bureau un Ouvrage posthume de Louis de Launay intitulé *Une grande famille de Savants, les Brongniart*.

Cet Ouvrage a été publié par les soins de Mme de Launay.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Étude de l'ionosphère à Shanghai. Mesure du coefficient de réflexion des régions ionisées.* Note (1) de M. **Pierre Lejay**.

Des émissions de signaux brefs ont été régulièrement poursuivies à l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, depuis janvier 1939, sur 115m de longueur d'onde. L'aérien de transmission, qui sert aussi d'antenne réceptrice, est un cadre d'un quart de longueur d'onde de hauteur, d'une demi-longueur d'onde de longueur, dont la base est constituée par le sol, les deux brins verticaux étant reliés à celui-ci par des résistances.

Ce cadre est parcouru, à chaque émission de signal, par des ondes

(1) Séance du 4 mars 1940.

progressives d'intensité facilement mesurable : une spire est disposée à cet effet dans le brin ascendant, couplée à une self reliée à un oscillographe cathodique. On mesure la déviation sur l'écran de l'oscillographe; remplaçant ensuite le dispositif spécial d'alimentation plaque de l'oscillateur ([2]) par une génératrice à courant continu, on provoque une émission entretenue; on agit sur l'excitation de la dynamo jusqu'à ce qu'on obtienne à l'oscillographe une déviation égale à celle que causaient les signaux; l'intensité lue alors sur l'ampèremètre d'antenne est l'intensité de crête des signaux brefs. Elle a été trouvée de 0,45 ampère.

A partir de cet élément, il est facile de calculer le champ au zénith à une distance quelconque, et par suite le champ théorique qu'on devrait observer pour les signaux réfléchis par une couche ionisée de hauteur connue si celle-ci était parfaitement réfléchissante et s'il n'y avait sur le parcours aucune absorption.

En supposant la région E à 125 kilomètres de hauteur, et la région F à 250 kilomètres, les champs des échos E et F devraient être respectivement 0,21 et 0,11 mV/mètre.

On sait d'autre part qu'un cadre d'une demi-longueur d'onde de base a une hauteur effective égale au double de sa hauteur réelle, soit dans le cas présent 60 mètres. Les forces électromotrices induites dans cet aérien par les échos seraient donc, dans le cas d'une réflexion parfaite, de 13 mV pour les échos E, de 7 mV pour les échos F.

Pour avoir le coefficient apparent de réflexion de l'ionosphère, il nous suffit de mesurer maintenant la force électromotrice réellement induite dans l'aérien, et de faire le rapport des nombres trouvés aux nombres précédents. La mesure des forces électromotrices a été faite par la méthode classique de comparaison avec un générateur étalonné, après avoir vérifié que la réponse du récepteur était sensiblement la même pour les émissions continues données par le générateur et pour des signaux de l'ordre de $1/10000^e$ de seconde.

On trouvera sur la figure 1 un exemple des résultats obtenus; on a porté en ordonnnées les forces électromotrices mesurées; on voit qu'à $8^h 15^m$, au printemps, à Shanghaï, le champ de l'écho E était de l'ordre de $0,5/60 = 0,09$ mV/mètre, c'est-à-dire que le coefficient apparent de réflexion a une valeur moyenne de 0,04.

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 400. (Erratum p. 402, ligne 8 en remontant, *au lieu de* ne rayonne que vers le zénith, *lire* rayonne bien vers le zénith.)

Il est plus faible encore au voisinage de midi, mais prend le soir des valeurs beaucoup plus élevées; des forces électromotrices de plus de 9 mV ont été mesurées, correspondant à des coefficients de réflexion de l'ordre

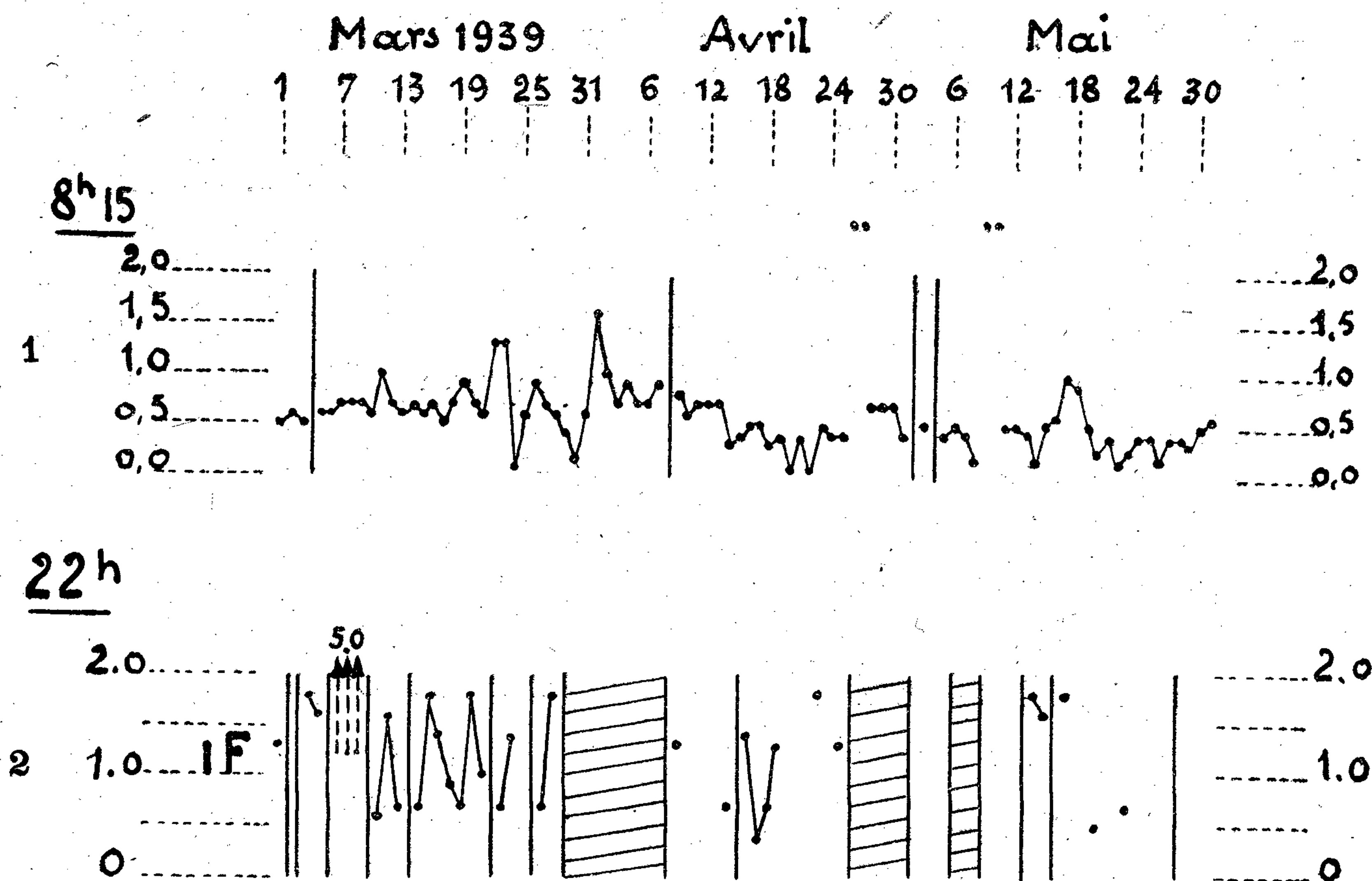


Fig. 1. — Force électromotrice dans l'aérien de réception en millivolts ($h = 60^m$).
1, écho E, 8^h15^m; 2, écho F, 22^h.

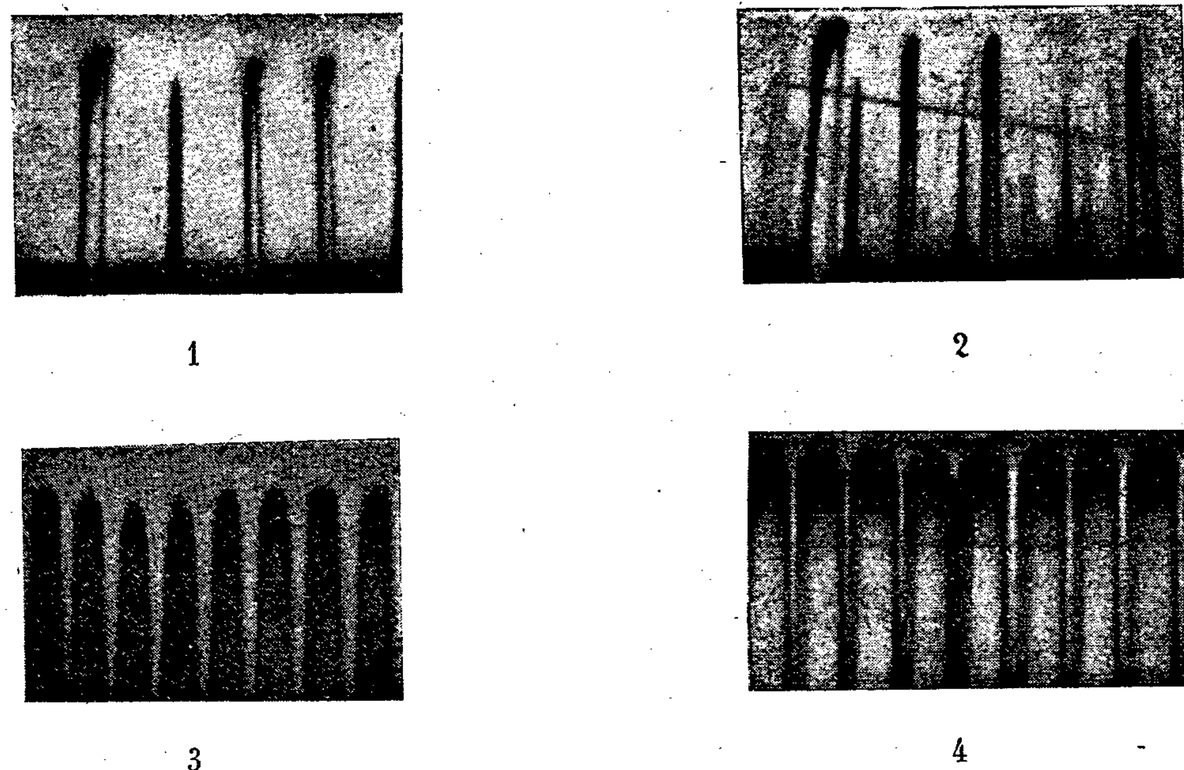
de 0,8. Il est remarquable que ces coefficients élevés n'entraînent pas nécessairement la présence de nombreux échos multiples, et qu'inversement on peut observer de nombreux multiples alors que le coefficient de réflexion apparent ne dépasse pas 0,2.

Il n'est pas rare de voir subsister des échos E longtemps après le coucher du Soleil, ce qui semble contraire aux résultats obtenus à Washington, où la fréquence critique, pour la région E, après 18 heures, est de l'ordre de 1 mégacycle. Il est à noter que ces échos de la soirée sont d'une intensité nettement supérieure à celle qu'on observe dans les heures de jour.

Les échos F, qui disparaissent, sur 115 mètres, au lever du jour et n'apparaissent de nouveau, généralement, que plusieurs heures après le coucher du Soleil, ont donné les mêmes résultats en ce qui concerne le pouvoir réflecteur apparent de la couche ionisée : à 22^h, les forces électromotrices dans l'aérien sont en général de l'ordre de 1 mV (pouvoir

réflecteur 0,14), mais atteignent et dépassent même parfois 5 mV (pouvoir réflecteur d'au moins 0,8).

Les valeurs ci-dessus sont les valeurs maxima atteintes au cours d'observations d'une durée de quelques minutes. Pour représenter correctement le phénomène, il est indispensable d'étudier les variations de l'intensité de l'écho, variations généralement rapides et de grande amplitude. Dans ce but, nous avons monté, en avant de l'écran de l'oscillographe, une fente mobile qu'on peut disposer devant l'écho qu'on veut examiner. L'image de l'écho est formée sur un film qui se déroule lentement d'un mouvement continu (1 cm/minute). On observe souvent des variations désordonnées, mais, en de nombreuses occasions, on constate sur l'enregistrement une allure périodique des changements d'intensité (*fig.* 2). On pourrait croire



1 et 2, types d'échos classiques; 1, vue, à l'oscillographe cathodique, de trois échos, F, 2F, 3F; 2, échos E et F et leurs multiples, entremêlés; 3 et 4, types de variation périodique de l'intensité d'un écho.

Fig. 2.

ces variations dues à une rotation du plan de polarisation des ondes dans l'ionosphère : il n'en est rien; nous avons monté en effet deux aériens semblables à angle droit. Après avoir enregistré le phénomène périodique sur une seule antenne, les deux antennes ont été mises en parallèle; la même périodicité a été constatée sur l'enregistrement. On se trouve donc en présence soit d'une variation périodique du pouvoir réflecteur (passage au zénith de nuages électroniques de densité périodiquement variable), soit d'une variation périodique de l'absorption sur le trajet; l'explication la

plus simple serait d'admettre une sorte de turbulence de l'ionosphère analogue à celle qui forme dans la haute troposphère les cirrus qui se présentent sous la forme de bandes équidistantes.

M. **A. Guilliermond** fait hommage à l'Académie, un peu tardivement, en raison des circonstances, des deux derniers tomes de son livre *Introduction à l'étude de la Cytologie*. Dans l'un, tome II, suite directe du tome I, l'auteur achève de faire l'examen critique des méthodes cytologiques et s'efforce d'indiquer la marche qu'il convient de suivre, à son avis, dans toute recherche cytologique.

Le tome III est consacré à l'exposé des progrès réalisés par la Cytologie, du rôle important qu'a joué et que doit jouer cette science dans le domaine biologique et, enfin, à son orientation dans l'avenir. Il conclut que, l'étude morphologique de la cellule étant aujourd'hui achevée, il est souhaitable que la Cytologie s'oriente de plus en plus vers la Cytophysiologie.

NOMINATIONS.

M. **Pierre Pruvost**, professeur à la Faculté des sciences de Lille, est proposé pour remplacer M. Ch. Barrois dans le *Board of Trustees of the Charles Doolittle Walcott Fund* de la *National Academy of Sciences* à Washington.

COMMISSIONS.

Le scrutin pour la nomination des Commissions de prix de 1940 est clos en la séance du 11 mars.

50 cahiers de vote ont été déposés.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

I. Mathématiques : *Prix Poncelet*, *Francœur*. — MM. É. Picard, L. Lecornu, J. Hadamard, É. Borel, H. Lebesgue, É. Cartan, H. Villat, G. Julia, P. Montel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Drach, É. Jouguet.

II. Mécanique : *Prix Montyon, Fourneyron, Henri de Parville.* — MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Borel, J. Drach, É. Jouguet, A. de Gramont, H. Villat, L. de Broglie, A. Caquot.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Hadamard, P. Montel.

III. Astronomie : *Prix Lalande, Valz, J.-C. Janssen, Pierre Guzman.* — MM. É. Picard, H. Deslandres, H. Lebesgue, A. Cotton, E. Esclangon, C. Maurain, G. Fayet, J. Chazy, B. Lyot.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Perrier, C. Fabry.

IV. Géographie : *Prix Delalande-Guérineau, Gay, fondation Tchihatchef, prix Binoux, Alexandre Givry.* — MM. A. Lacroix, R. Bourgeois, G. Perrier, C. Maurain, L. Lapicque, J. Tilho, G. Durand-Viel, É.-G. Barrillon, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Molliard, A. Chevalier.

V. Navigation : *Prix Plumey.* — MM. É. Picard, L. Lecornu, R. Bourgeois, É. Borel, G. Perrier, C. Fabry, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, J. Tilho, L. de Broglie, A. Caquot, G. Durand-Viel, É.-G. Barrillon, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. de Broglie, P. Langevin.

VI. Physique : *Prix L. La Caze, Kastner-Boursault, François Hébert, Hughes, fondations Clément Félix, Général Ferrié.* — MM. É. Picard, É. Branly, M. Brillouin, J. Perrin, A. Cotton, M. de Broglie, C. Fabry, A. de Gramont, P. Langevin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. de Broglie, C. Gutton.

VII. Chimie : *Prix Montyon des arts insalubres, Jecker, L. La Caze, fondation Cahours, prix Paul Marguerite de la Charlonie, Houzeau, fondation Charles-Adam Girard.* — MM. A. Lacroix, A. Béhal, G. Bertrand, M. Delépine, R. Fosse, R. Lespieau, M. Javillier, P. Lebeau, M. Tiffeneau.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Perrin, C. Fabry.

VIII. Minéralogie et Géologie : *Fondation Edmond Hébert, Prix Victor Raulin, Demolombe, André-C. Bonnet.* — MM. A. Lacroix, P. Sabatier, A. Cotton, L. Cayeux, C. Jacob, C. Mauguin, F. Grandjean. E. de Margerie, N....

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Perrin, J. Tilho.

IX. Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de la Fons Mélicocq, de*

Coincy. — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, M. Molliard, L. Blaringhem, A. Guilliermond, A. Chevalier, H. Colin.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Gosset, C. Pérez.

X. Économie rurale : *Prix Nicolas Zvorikine*. — MM. P. Marchal, E. Leclainche, G. Bertrand, L. Blaringhem, L. Lapicque, R. Fosse, E. Schribaux, G. Moussu, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Molliard, E. Sergent.

XI. Anatomie et Zoologie : *Prix Cuvier, fondation Savigny, prix Jean Thore*. — MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, A. Lacroix, P. Marchal, H. Vincent, M. Caullery, C. Pérez, É. Roubaud, P. Wintrebert.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Cuénot, A. Guilliermond.

XII. Anthropologie : *Prix André-C. Bonnet*. — MM. H. Vincent, M. Caullery, L. Blaringhem, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Achard, P. Wintrebert.

XIII. Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, Mège, Dusgate, Bellion, Larrey, Alfred Dutens, Jean Dagnan-Bouveret*. — MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, E. Leclainche, H. Vincent, C. Achard, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, C. Pérez, P. Portier, E. Sergent.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. É. Branly, M. Javillier.

XIV. Cancer et Tuberculose : *Fondation Roy-Vaucouloux, prix Louise Darracq, Eugène et Amélie Dupuis*. — MM. H. Vincent, M. Caullery, C. Achard, L. Lapicque, A. Gosset, J.-L. Faure, E. Sergent.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. P. Wintrebert, G. Roussy.

XV. Physiologie : *Prix Montyon, L. La Caze, Pourat, Martin-Damourette*. — MM. A. d'Arsonval, H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery, L. Lapicque, C. Pérez, P. Portier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Guilliermond, M. Javillier.

XVI. Statistique : *Prix Montyon*. — MM. É. Picard, L. Lecornu, É. Borel, H. Lebesgue, J. Drach, C. Maurain, É. Cartan.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, L. Blaringhem.

XVII. Histoire et philosophie des sciences : *Prix Binoux*. — MM. É. Picard,

L. Bouvier, É. Borel, M. Caullery, H. Villat, L. de Broglie, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Bertrand, C. Fabry.

XVIII. OUVRAGES DE SCIENCES : *Prix Henri de Parville*, *Jeanbernat-Doria*. — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix, et trois membres élus : MM. É. Borel, M. Caullery, M. de Broglie.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, G. Bertrand, L. Martin.

XIX. *Médailles Arago*, *Lavoisier*, *Berthelot*, *Henri Poincaré*. — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix.

XX. *Prix Gustave Roux*, *Thorlet*, *fondations Trémont*, *Gegner*, *Hirn*, *Henri Becquerel*, *M*[me] *Victor Noury*, *Charles Frémont*, *Giffard*, *Lannelongue*, *Barbier-Muret*, *Cassé-Fleury*, *Gibou*, *Alexandre Darracq*, *Girbal-Baral*, *Leroy-Drouault*, *Octave Mirbeau*. — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix, R. Bourgeois, L. Bouvier.

XXI. *Prix fondé par l'État* (GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES). — MM. É. Picard, L. Lecornu, J. Hadamard, É. Borel, H. Lebesgue, É. Cartan, G. Julia.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. R. Bourgeois, J. Drach.

XXII. *Prix Bordin* (SCIENCES MATHÉMATIQUES). — MM. É. Picard, L. Lecornu, J. Hadamard, É. Borel, H. Lebesgue, É. Cartan, H. Villat.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages: MM. J. Drach, P. Montel.

XXIII. *Prix Bordin* (SCIENCES PHYSIQUES). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Blaringhem, A. Gosset.

XXIV. *Prix Lallemand*. — MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, P. Marchal, H. Vincent, M. Caullery, L. Lapicque, A. Gosset.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Pérez, P. Wintrebert.

XXV. *Prix Vaillant*. — MM. É. Picard, É. Branly, É. Borel, H. Lebesgue, A. Cotton, C. Maurain, A. de Gramont.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Perrin, G. Julia.

XXVI. *Prix Maujean*. — MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, H. Vincent, M. Caullery, C. Pérez, É. Roubaud, P. Wintrebert.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. P.-A. Dangeard, E. Sergent.

XXVII. *Prix Le Conte.* — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix, et sept membres qui seront élus ultérieurement.

XXVIII. *Prix Houllevigue* (SCIENCES PHYSIQUES). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, G. Bertrand, M. Molliard, M. Caullery, L. Lapicque, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. P.-A. Dangeard, L. Blaringhem.

XXIX. *Prix Jean-Jacques Berger.* — MM. É. Picard, A. d'Arsonval, A. Lacroix, J.-L. Breton, M. Caullery, C. Maurain, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Vincent, E. Sergent.

XXX. *Prix Parkin.* — MM. A. Lacroix, H. Vincent, L. Cayeux, C. Achard, C. Maurain, C. Jacob, E. de Margerie.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Gosset, P. Portier.

XXXI. *Prix Saintour* (SCIENCES MATHÉMATIQUES). — MM. É. Picard, É. Borel, H. Lebesgue, A. Cotton, C. Fabry, C. Maurain, É. Cartan.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Villat, L. de Broglie.

XXXII. *Prix Saintour* (SCIENCES PHYSIQUES). — MM. L. Bouvier, A. Lacroix, P. Marchal, P.-A. Dangeard, H. Vincent, M. Molliard, M. Caullery.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. A. Guilliermond, C. Pérez.

XXXIII. *Prix Lonchampt.* — MM. A. d'Arsonval, A. Lacroix, E. Leclainche, G. Bertrand, M. Delépine, G. Moussu, M. Javillier.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. M. Caullery, E. Sergent.

XXXIV. *Prix Henry Wilde.* — MM. É. Picard, H. Deslandres, A. Lacroix, É. Borel, G. Bertrand, J. Perrin, E. Esclangon.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Fabry, C. Jacob.

XXXV. *Prix Caméré.* — MM. É. Picard, L. Lecornu, J.-L. Breton, J. Drach, É. Jouguet, H. Villat, A. Caquot.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Guillet. É.-G. Barrillon.

XXXVI. *Prix Charles Dupin.* — MM. É. Picard, É. Borel, H. Lebesgue, É. Jouguet, É. Cartan, H. Villat, G. Durand-Viel.

A obtenu ensuite le plus de suffrages : M. P. Montel.

XXXVII. *Prix Albert Ier de Monaco.* — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix et sept membres qui seront élus ultérieurement.

XXXVIII. *Prix Marquet* (Sciences mathématiques). — MM. É. Picard, H. Deslandres, L. Lecornu, É. Borel, A. Cotton, É. Cartan, H. Villat.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. J. Perrin, J. Drach.

XXXIX. *Prix Marquet* (Sciences physiques). — MM. A. Lacroix, P.-A. Dangeard, G. Bertrand, M. Caullery, R. Fosse, C. Jacob, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. L. Bouvier, M. Molliard.

XL. *Prix Général Muteau* (Sciences mathématiques). — MM. É. Picard, R. Bourgeois, É. Borel, G. Perrier, C. Fabry, A. Caquot, G. Durand-Viel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Claude, J. Tilho.

XLI. *Prix Général Muteau* (Sciences physiques). — MM. A. Lacroix, H. Vincent, G. Bertrand, M. Caullery, M. Delépine, C. Jacob, C. Pérez.

A obtenu ensuite le plus de suffrages : M. M. Javillier.

XLII. *Prix Alexandre Darracq.* — MM. É. Picard, G. Claude, M. Delépine, É. Jouguet, A. Caquot, G. Durand-Viel, R. Esnault-Pelterie,

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. H. Villat, É.-G. Barrillon.

XLIII. *Fondation Jérôme Ponti* (Sciences physiques). — MM. A. d'Arsonval, L. Bouvier, A. Lacroix, P.-A. Dangeard, M. Molliard, C. Jacob, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. G. Bertrand, M. Caullery.

XLIV. *Fondation Aimé Berthé* (Sciences mathématiques). — MM. É. Picard, É. Borel, A. Cotton, C. Fabry, C. Maurain, H. Villat, P. Montel.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. É. Cartan, L. de Broglie.

XLV. *Fondation Millet-Ronssin.* — MM. A. Lacroix; L. Cayeux, C. Jacob; P.-A. Dangeard, A. Guilliermond; P. Marchal, C. Pérez.

Ont obtenu ensuite le plus de suffrages : MM. C. Mauguin, M. Molliard, L. Bouvier.

XLVI. RECHERCHES SCIENTIFIQUES : *Fondations Villemot, Carrière.* — MM. G. Perrier, H. Vincent, É. Picard, A. Lacroix; A. Béhal; H. Lebesgue, H. Villat, G. Fayet, C. Fabry, C. Jacob, A. Guilliermond, R. Fosse, C. Pérez, A. Gosset, A. de Gramont, E. Sergent, G. Charpy.

CORRESPONDANCE.

M. le **SECRÉTAIRE PERPÉTUEL** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Johan Carl Wilcke, experimental-fysiker;* av C. W. OSEEN.

2° I. PRIGOGINE. *Contributions à la théorie des électrolytes forts.*

3° J. ROUCH. *Observations océanographiques de surface dans l'Océan Atlantique et en Méditerranée.*

4° ANDRÉ R. PRÉVOT. *Manuel de classification et de détermination des bactéries anaérobies* (présenté par M. L. Martin).

5° LA FAUNE DE LA FRANCE EN TABLEAUX SYNOPTIQUES ILLUSTRÉS. Tome 7. *Hyménoptères* par LUCIEN BERLAND, avec la collaboration de MM. RAYMOND BENOIST, FRANCIS BERNARD, HENRI MANEVAL (présenté par M. L. Bouvier).

6° L. DUBERTRET et J. WEULERSSE. *Manuel de géographie. Syrie, Liban et Proche Orient*, première partie : *La Péninsule arabique* (présenté par M. de Margerie).

L'**UNIVERSITÉ DE CHICAGO** exprime l'espoir de voir l'Académie se faire représenter aux fêtes du *Cinquantième anniversaire* de sa fondation, du 26 au 29 septembre 1941.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur l'équation intégro-différentielle de Boltzmann.* Note de MM. **ANDRÉ LICHNEROWICZ** et **RAYMOND MARROT**, présentée par M. Élie Cartan.

Le problème fondamental de la théorie cinétique des gaz consiste dans la recherche du nombre

$$F(x, y, z, u, v, w, t)\, dx\, dy\, dz\, du\, dv\, dw$$

des molécules du gaz qui, à l'instant t, ont leur centre dans l'élément de volume $(x, x+dx; y, y+dy; z, z+dz)$, et leur point de vitesse dans l'élément $(u, u+du; v, v+dv; w, w+dw)$.

La fonction F est solution de l'équation de Boltzmann

$$(E) \qquad \frac{\partial F}{\partial t} + u\frac{\partial F}{\partial x} + v\frac{\partial F}{\partial y} + w\frac{\partial F}{\partial z} + X\frac{\partial F}{\partial u} + Y\frac{\partial F}{\partial v} + Z\frac{\partial F}{\partial w} = T[F],$$

où T(F) désigne une certaine fonctionnelle quadratique.

Hypothèses. — 1° Le champ de forces extérieures X, Y, Z dérive d'un potentiel U.

2° F ne dépend de u, v, w que par l'intermédiaire de $u^2 + v^2 + w^2 = r^2$.

On démontre aisément le théorème suivant :

Théorème. — *Sous les hypothèses* 1° *et* 2°, *toute solution de l'équation de Boltzmann est de la forme*

$$F(\varphi, t), \qquad \varphi = \frac{1}{2}r^2 - U,$$

où $m\varphi$ *représente l'énergie totale d'une molécule de masse* m.

Il est possible d'appliquer à de telles solutions la théorie de M. T. Carleman ([1]).

Intégrales premières. — Soit $F(\varphi, t)$ une solution de l'équation (E) continue, ainsi que $\partial F/\partial t$, dans le domaine

$$0 < r < \infty, \qquad t_0 < t < t_1, \qquad U_0 < U < U_1$$

et y vérifiant, pour une certaine constante C, la condition

$$0 \leqq F < \frac{C}{(1+r)\alpha}, \qquad \alpha > 6.$$

Sous les hypothèses précédentes, les intégrales

$$\int_0^\infty F(\varphi, t) r^2\, dt, \qquad \int_0^\infty F(\varphi, t) r^4\, dt$$

ont une valeur indépendante de t. Leur signification physique est d'ailleurs évidente.

Théorème d'existence et d'unicité. — *Étant donné une fonction continue* $f(\varphi)$ *satisfaisant aux conditions*

$$0 \leqq f(\varphi) \leqq \frac{a}{(1+r)^\alpha}, \qquad \alpha > 6$$

([1]) *Acta mathematica*, 60, 1933, p. 91-146.

dans le domaine

$$0 \leqq r < \infty, \qquad U_0 \leqq U \leqq U_1,$$

il existe une solution $F(\varphi, t)$ *de l'équation* (E) *continue pour toute valeur positive de r et t et se réduisant à* $f(\varphi)$ *pour* $t = 0$. *Cette fonction satisfait à la condition*

$$0 \leqq F(\varphi, t) < \frac{C}{(1+r)^\alpha} \qquad (C = \text{const.}),$$

dans tout le domaine

$$0 \leqq r < \infty, \qquad 0 \leqq t < \infty, \qquad U_0 \leqq U \leqq U_1.$$

Il n'existe pas d'autre fonction $F(\varphi, t)$ *solution de l'équation* (E) *et satisfaisant aux conditions*

$$F(\varphi, 0) = f(\varphi),$$

$$|F| < \frac{C'}{(1+r)^\alpha} \qquad (C' = \text{const.}),$$

dans un intervalle $0 \leqq t \leqq t_1$.

En résumé, si la fonction *initiale* de distribution des vitesses est isotrope au point de vue des vitesses, il est possible de lui faire correspondre une solution constamment isotrope et qui vérifie par suite, *à chaque instant*, le principe d'équipartition de l'énergie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Singularités imaginaires du problème isocèle des trois corps.* Note de M. **Constantin Dramba**, présentée par M. Jean Chazy.

Après avoir étudié les chocs binaires doubles du problème isocèle plan des trois corps [1], nous considérons maintenant le cas du problème isocèle des trois corps dans l'espace.

I. *Les trois masses m, m, M forment constamment un triangle isocèle qui possède un plan de symétrie fixe.*

Soient z la distance de chacune des masses m au plan de symétrie ; ξ, η les coordonnées, dans ce plan, de M par rapport au centre de gravité des deux masses égales ; $R = (z^2 + \xi^2 + \eta^2)^{\frac{1}{2}}$ la longueur commune des côtés égaux.

Les équations différentielles de ce mouvement forment un système du

---

[1] *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 131.

sixième ordre. Un choc binaire double a lieu lorsque $R=0$, avec $z\neq 0$. En utilisant l'intégrale des forces vives et en prenant comme nouvelles variables $\xi_1=\xi/z$, $\eta_1=\eta/z$, $\xi_2=d\xi/dz$, $\eta_2=d\eta/dz$, nous obtenons un système d'ordre 4, dont les dénominateurs ne sont pas holomorphes. Si nous introduisons une nouvelle variable $X=(1+\xi_1^2+\eta_1^2)^{\frac{1}{2}}$, qui d'ailleurs devient nulle à l'instant du choc, le système d'ordre 5 obtenu, (S), est holomorphe.

L'étude des chocs binaires doubles se réduit dès lors à la représentation des solutions de (S) au voisinage d'un point quelconque de la multiplicité singulière à deux dimensions

$$z \text{ quelconque}, \quad \xi_1=i\cos\theta, \quad \eta_1=i\sin\theta,$$
$$\xi_2=i\,\frac{2m+M}{M}\cos\theta, \quad \eta_2=i\,\frac{2m+M}{M}\sin\theta \quad (i^2=-1).$$

Au voisinage de chaque point de cette multiplicité, l'équation caractéristique du système (S) admet 0 comme racine triple, la racine double $+1$, et $+2$ comme racine simple.

En appliquant au système (S) le théorème de M. Chazy ([2]), nous mettons en évidence les deux multiplicités engendrées par les solutions de ce système. A l'une d'elles ne correspond aucun mouvement, du fait que l'équation caractéristique n'admet pas de racines négatives. La seconde multiplicité, lieu des solutions, est définie par

$$\xi_1-\xi_1^0=-\frac{M}{4m}(\xi_2^0-\xi_1^0)X^2+S_3,$$
$$\eta_1-\eta_1^0=-\frac{M}{4M}(\eta_2^0-\eta_1^0)X^2+S_3,$$
$$z-z_0=-\frac{M}{4M}z_0X^2 \qquad +S_3.$$

S_3 désigne trois séries différentes, entières par rapport à $\xi_2-\xi_2^0$, $\eta_2-\eta_2^0$, X, commençant par des termes d'ordre 3, et dont les coefficients dépendent en outre de z_0 et θ_0. Pour définir les solutions elles-mêmes, il nous reste à intégrer le système

$$\frac{dx_2}{x_2+S_2}=\frac{dy_2}{y_2+S_2}=\frac{dX}{2X+S_2},$$

où S_2 représente trois séries différentes entières en $x_2=\xi_2-\xi_0^2$, $y_2=\eta_2-\eta_2^0$ et X. La solution de ce système ne comporte pas de

([2]) *Bull. Sc. math.*, 51, 1932, p. 79.

logarithmes ([3]), contrairement à ce qui arrive généralement. x_2 et y_2 s'expriment par des séries entières de la racine carrée de X, x_2 commençant par $C_1\sqrt{X}$ et y_2 par $C_2\sqrt{X}$, C_1, C_2 désignant deux nouvelles constantes arbitraires. L'intégrale première conduit facilement à

$$t - t_0 = (\sqrt{X})^5 S(\sqrt{X}),$$

S étant une série entière qui possède un terme constant. Finalement, nous obtenons

$$\begin{aligned}
z &= z_0 \quad + (t - t_0)^{\frac{4}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{1}{5}}\right],\\
\xi &= z_0 \xi_1^0 + (t - t_0)^{\frac{4}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{1}{5}}\right],\\
\eta &= z_0 \eta_1^0 + (t - t_0)^{\frac{4}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{1}{5}}\right],\\
R &= (t - t_0)^{\frac{2}{5}} S\left[(t - t_0)^{\frac{1}{5}}\right].
\end{aligned}$$

Au voisinage d'un choc binaire double, les inconnues sont développables en séries entières de $(t - t_0)^{\frac{1}{5}}$, dont on démontre la convergence à l'aide des séries majorantes de Poincaré. Ces solutions dépendent d'un nombre de constantes arbitraires égal à l'ordre du système différentiel qui est 6 : t_0, instant du choc; h, constante des forces vives; z_0 et θ_0, les deux paramètres qui fixent la position d'un point sur la multiplicité singulière, et enfin les deux constantes C_1 et C_2.

II. *Les trois masses m, m, M forment constamment un triangle isocèle qui possède un axe de symétrie fixe.*

Nous avons montré par un calcul analogue ([3]) que les mêmes conclusions subsistent que dans le cas précédent.

RAYONS X. — *Généralisation de la méthode de focalisation de* Bragg-de Broglie *pour son application aux spectrographes de rayons X à double cristal.* Note ([1]) de M. **H. Tellez Plasencia**, présentée par M. Jean Perrin.

Dans un spectrographe Rœntgen à un seul cristal, on peut employer un faisceau légèrement divergent lorsque la fente collimatrice et le film se

---

([3]) *Bulletin mathématique de la Société roumaine des sciences*, 2e série, **41**, 1939, p. 1.

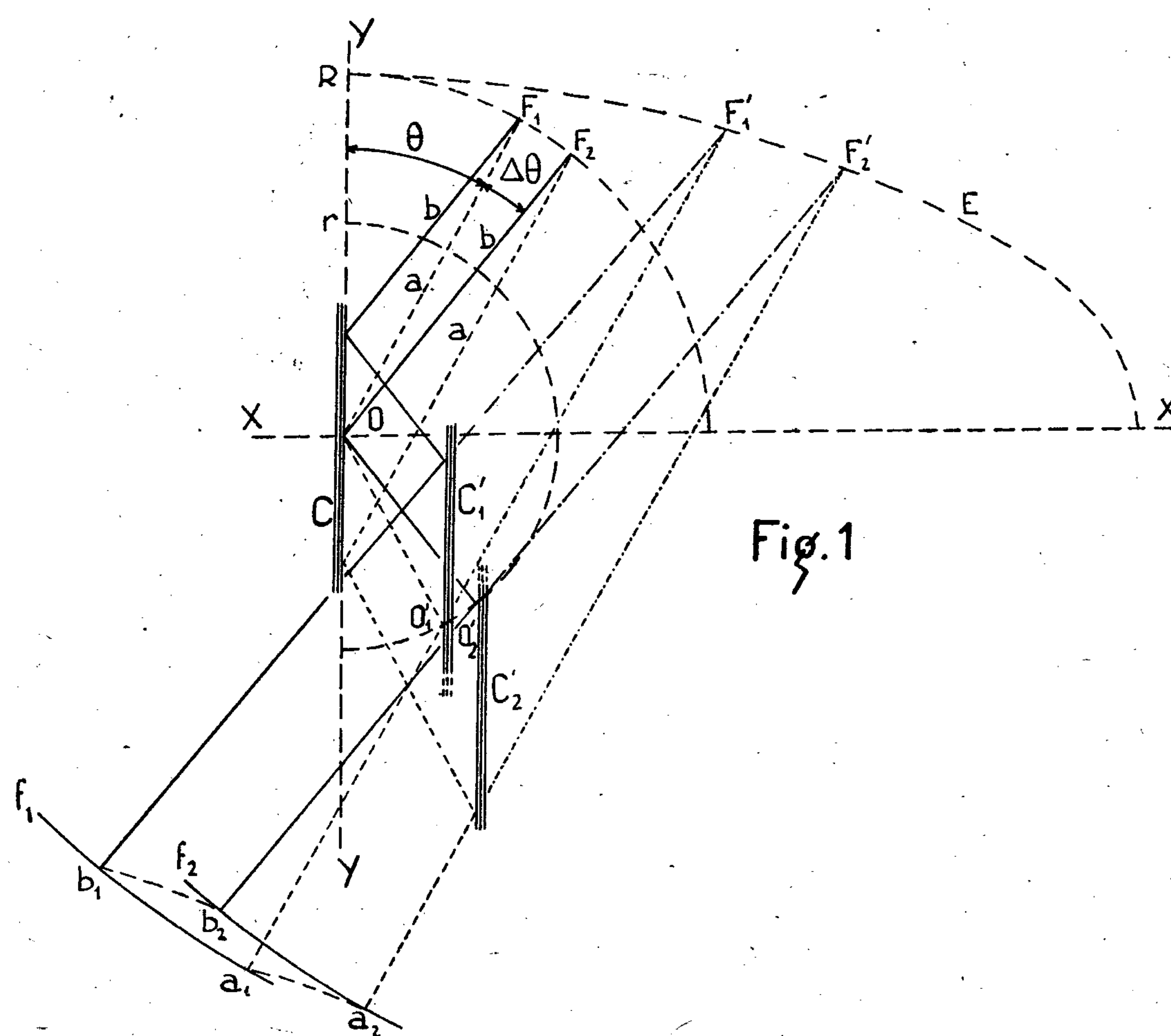
([1]) Séance du 29 janvier 1940.

trouvent à égale distance de l'axe de rotation du cristal. W. H. Bragg et M. de Broglie ont défini les conditions dans lesquelles le mouvement du cristal produit un effet de *focalisation* tel que chaque λ va s'inscrire sur un seul point du film.

L'intérêt d'une telle focalisation s'accroît dans les spectrographes à double cristal, du fait de leur plus faible rendement, qui oblige, lorsque l'on emploie des faisceaux de rayons parallèles, à en élargir la largeur aux dépens du pouvoir résolutif.

En prenant le plan YY′ du premier cristal comme origine des coordonnées, la focalisation peut y être obtenue dans les conditions suivantes :

I. *Deux cristaux en position parallèle* (n, $-n$) *réfléchissant les rayons X par leur face principale* (*fig.* 1). — Le plan YY′ du cristal c est fixe, et le



cristal c' se déplace parallèlement à c sur une circonférence de rayon r, tandis que le collimateur F se déplace, avec la même vitesse angulaire, sur R. Après la double réflexion, les λ, dont les angles de Bragg sont θ et $\theta+\Delta\theta$, iront s'inscrire chacune sur un seul point, a, b, du film, si celui-ci se déplace parallèlement à lui-même et au foyer virtuel F′. Celui-ci

décrit une ellipse E, [$y = \mathrm{R}\cos\theta$; $x = (2r + \mathrm{R})\sin\theta$]. Le rayon $f\mathrm{F}'$ du film peut être choisi arbitrairement. La distance angulaire entre les images de deux λ dont les angles de Bragg diffèrent entre eux de $\Delta\theta$, est également $\Delta\theta$.

II. *Cristaux en position parallèle* (n, $-n$) *réfléchissant les rayons X par des surfaces perpendiculaires au plan de clivage* (*fig.* 2). — La construction

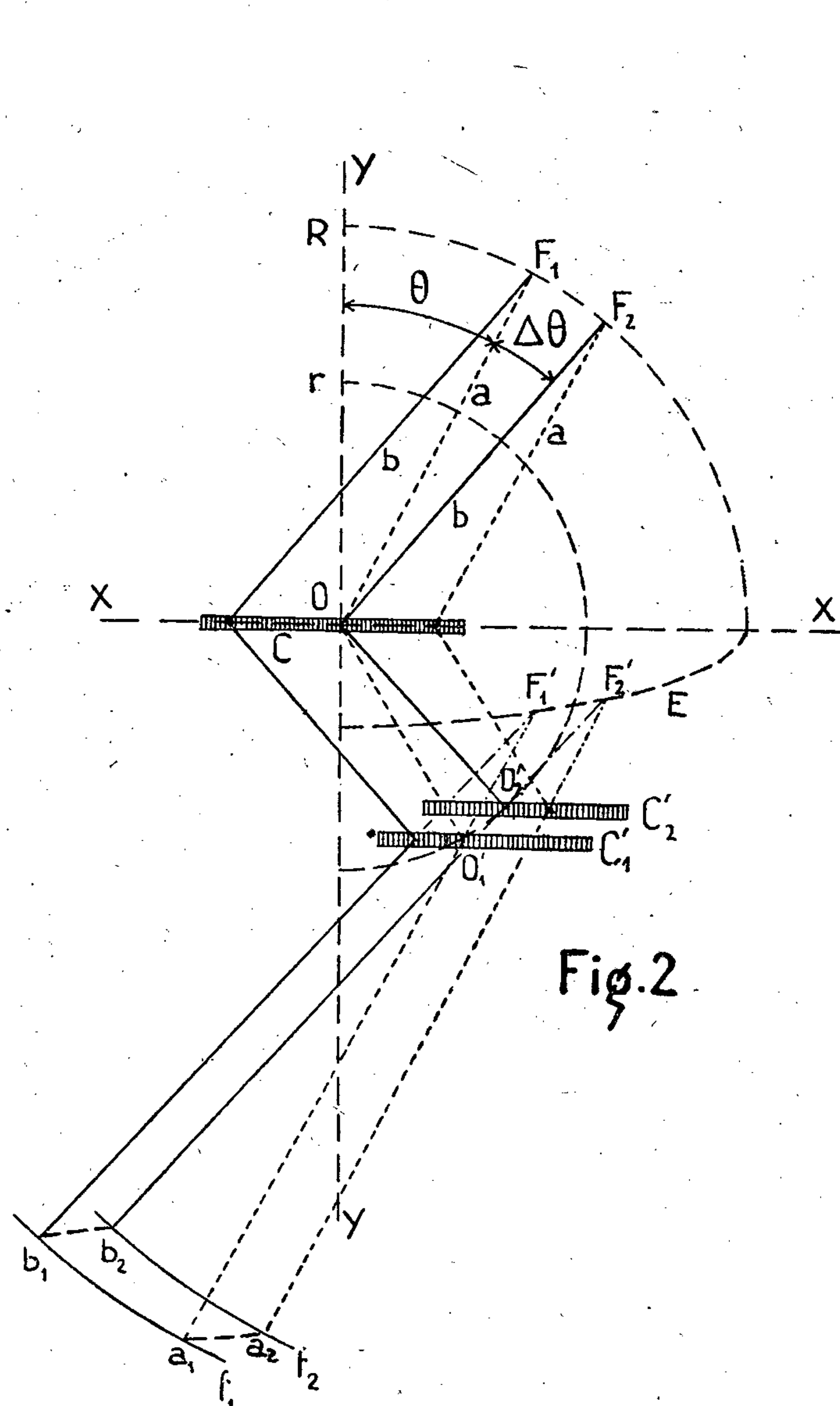


Fig. 2.

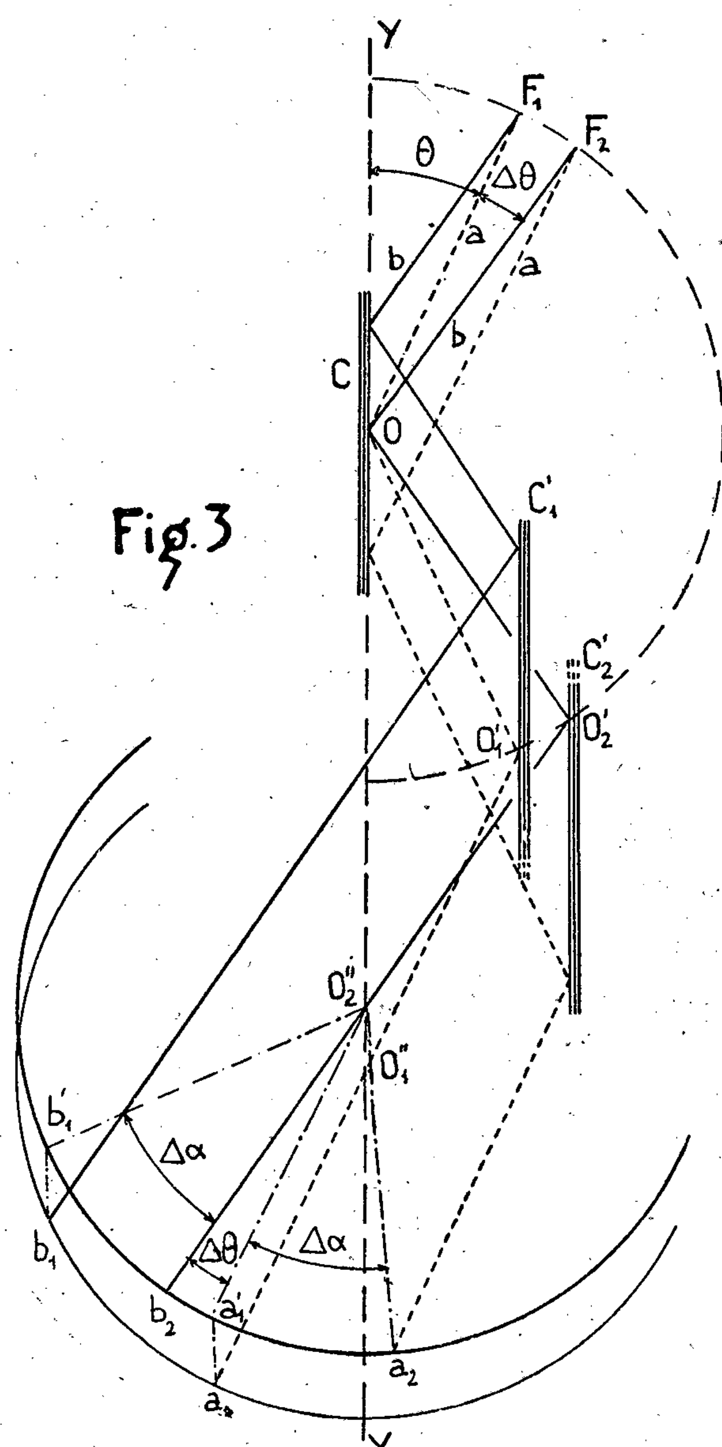


Fig. 3

est analogue à celle du cas I. Le foyer F′ décrit une ellipse E, [$y = (2r - \mathrm{R})\cos\theta$; $x = \mathrm{R}\sin\theta$]. Il est réel si $r > \mathrm{R}$, virtuel si $r < \mathrm{R}$. Lorsque $r = \mathrm{R}$, F′ se forme dans le sein du cristal; si $\mathrm{R} = 2r$, F′ parcourt la droite XX.

La figure 3 montre une construction différente, valable pour le cas I, lorsque $\mathrm{R} = r =$ rayon du film. La focalisation s'obtient alors si la distance OO″ entre l'axe du premier cristal et celui du film varie comme

$2\cos\theta$; et si le film tourne sur son axe d'un angle

$$\Delta\alpha = \frac{\pi}{2} \arccos(3 \sin \Delta\theta) \simeq 3\Delta\theta,$$

pour un déplacement $\Delta\theta$ du collimateur F. La distance angulaire entre les images de deux λ dont les angles de Bragg sont θ et $\theta + \Delta\theta$, est $\Delta\alpha + \Delta\theta$.

La méthode décrite est inapplicable au cas des cristaux en position antiparallèle (n, n). Mais, dans les conditions étudiées ci-dessus, elle permet de remplacer par une simple fente angulaire tout le système collimateur employé généralement pour obtenir un mince faisceau de rayons parallèles, et d'utiliser ainsi le rayonnement de toute la surface de l'anticathode; d'où accroissement du rendement, et ceci (la fente pouvant être très fine) sans détriment du pouvoir résolutif.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Formation de solutions solides d'insertion au cours de la dissociation de l'oxyde d'argent.* Note de M. **René Faivre**, présentée par M. Charles Mauguin.

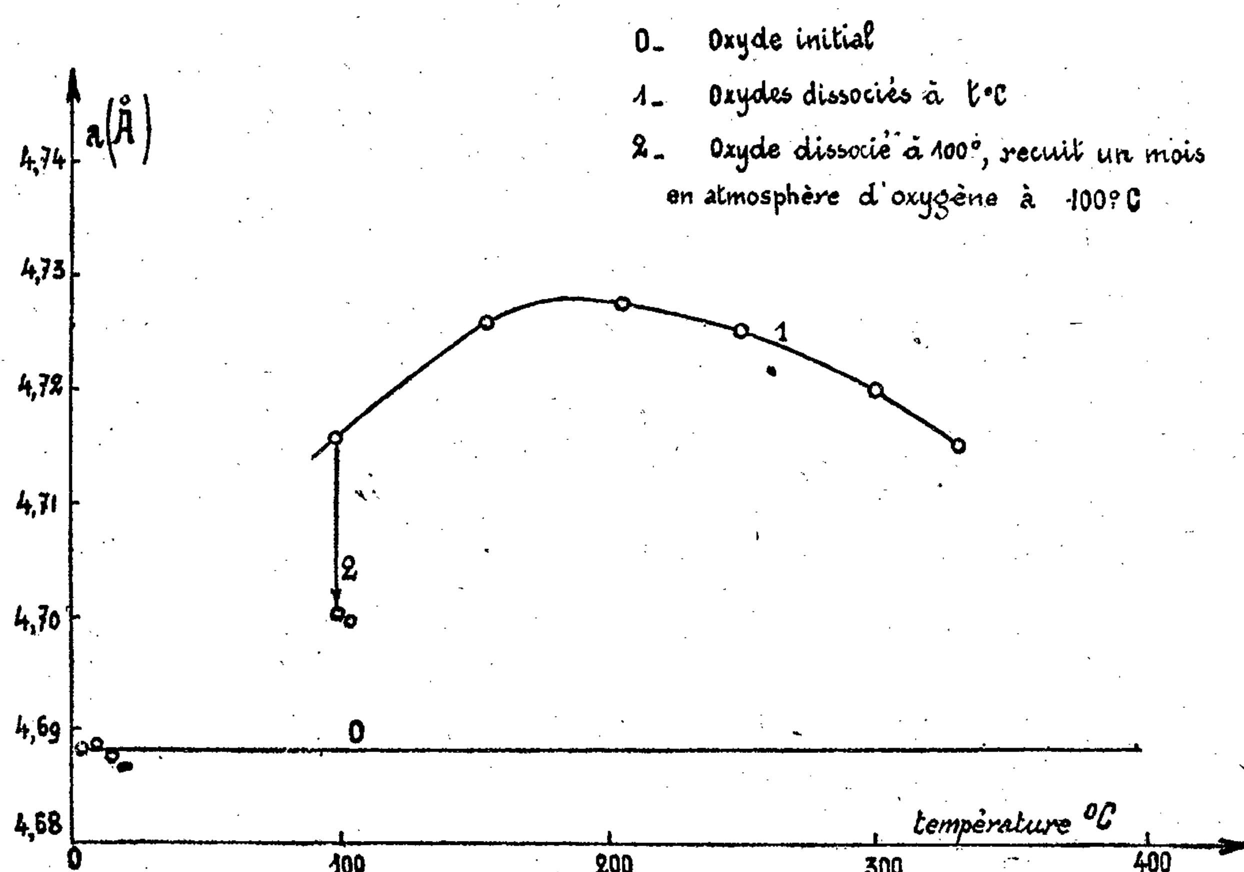
J'ai montré, en collaboration avec A. Michel ([1]), que l'oxyde de cadmium se dissocie dès 400° et que ce phénomène est accompagné de la formation d'une solution solide dont la tension de dissociation est beaucoup plus faible que celle de l'oxyde initial. J'ai interprété les faits expérimentaux en indiquant qu'il y a insertion d'atomes de cadmium dans le réseau de CdO. Dans la présente Note, je me propose d'étudier les phénomènes semblables qui se présentent dans le cas de l'oxyde d'argent Ag^2O et de déterminer la structure véritable du sous-oxyde d'argent décrit par différents auteurs.

Comme on le sait, l'oxyde d'argent se dissocie lentement dès la température ordinaire; j'ai suivi ce phénomène à la fois par des dosages manganimétriques et par analyse cristalline aux rayons X. J'ai constaté ainsi la formation progressive et continue d'argent, cependant que des raies extrêmement floues d'argent apparaissent sans qu'il y ait variation du paramètre cristallin de l'oxyde. A la température ordinaire, seule la dissociation normale en oxygène et argent très fin se produit. Lorsque l'on opère à 200°, les phénomènes sont très différents : l'oxyde d'argent, comme

([1]) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 159.

l'oxyde de cadmium, se stabilise; on observe, corrélativement, un accroissement de paramètre cristallin que l'on interprète, comme dans le cas de CdO, par la formation d'une solution solide d'insertion d'argent dans Ag^2O.

J'ai pu faire des mesures suffisamment précises du paramètre cristallin a de l'oxyde d'argent et étudier ses variations en fonction de la température (courbe 1); a représente l'arête du cube à faces centrées formé par 14 atomes



Variation du paramètre a de Ag^2O en fonction de la température.

d'oxygène et contenant 4 atomes d'argent; l'erreur sur a est inférieure à 0,001 Å. La courbe représentative de ces variations passe par un maximum, comme celle de CdO. J'ai pu montrer, grâce à des dosages manganimétriques, que la teneur en cadmium en insertion dans CdO passe également par un maximum. Il est malheureusement impossible d'apporter la même preuve dans le cas de Ag^2O : l'argent n'étant pas volatil comme le cadmium, il s'en trouve toujours un excès à l'état métallique dans les oxydes dissociés, excès qui empêche toute détermination précise de la teneur en argent inséré. On peut cependant conclure, par analogie avec CdO, que, lors de la destruction totale du réseau, les atomes en insertion s'évadent plus rapidement que ceux du réseau normal.

J'ai pu mettre en évidence que la formation de la solution solide d'insertion est réversible, malgré la lenteur des phénomènes à d'aussi basses températures. Il est possible de ramener, par oxydation lente,

le paramètre d'une solution solide à une valeur très voisine du paramètre de Ag^2O. On constate, dans ces conditions, que l'argent métallique s'oxyde bien plus rapidement que l'argent en insertion; j'ai utilisé cette propriété pour préparer une solution solide pratiquement exempte d'argent métallique en excès. Les mesures effectuées sur celle-ci ont permis d'estimer à environ 4 % la solubilité limite maximum de l'argent dans Ag^2O. On voit que la teneur en argent de cette solution solide limite est environ 50 fois plus faible que celle qui correspond au sous-oxyde hypothétique Ag^4O. Il faut en déduire que ce corps, loin d'être un composé défini, n'est qu'un mélange d'argent très finement divisé et d'une solution solide à faible teneur.

DIFFRACTION MOLÉCULAIRE. — *Spectres Raman du cholestérol et de l'acide cholique.* Note de M. **Charles Sannié**, présentée par M. Marc Tiffeneau.

Les relations de constitution plus ou moins étroites qui existent entre les corps à noyaux stéroliques et certains dérivés tels que les terpènes, dont les spectres Raman sont bien connus, nous ont incité à étudier les spectres Raman du cholestérol et de l'acide cholique.

Cholestérol. — Le solvant de choix est le tétrachlorure de carbone, facile à obtenir pur, ne donnant pas de fond continu, et dont le spectre Raman se caractérise par une série de bandes fortes entre 200 et 500 cm^{-1}, qui empêchent d'utiliser cette région, et par une seule bande, à 1535 cm^{-1}, dans toute la région comprise entre 800 et 3400 cm^{-1}.

20^g de cholestérol spécialement purifié sont dissous dans 100^{cm^3} de CCl^4 et l'on achève comme il suit la purification. On filtre sous légère pression dans un creuset en verre fritté, à travers une couche de 2^{cm} d'un mélange d'alumine pour chromatographie et de charbon actif. La solution est absolument limpide et optiquement vide.

La technique de la prise des spectres est décrite ailleurs [1]. Les clichés (excitation 4358 Å) sont suffisamment clairs et dépourvus de fond continu pour permettre aisément le repérage de toutes les bandes qui se trouvent en dehors des régions occupées par les bandes de CCl^4. Les spectres ont

(1) Ch. Sannié et V. Poremsky, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, 4, 1937, p. 880-893.

été enregistrés au microphotomètre, et les positions des bandes mesurées sur ces enregistrements; les résultats donnés ici sont les moyennes des valeurs obtenues.

Acide cholique. — Le spectre a été obtenu avec une solution aqueuse de cholate de soude à 30 % environ. L'acide avait été spécialement purifié par cristallisations répétées, et la solution de cholate rendue optiquement vide par passage à travers une couche de charbon et d'alumine.

C'est, parmi les terpènes étudiés par G. Dupont, M. Bourguel, P. Daure et leurs collaborateurs, avec le carvomenthène et la carvomenthone que l'analogie est la plus grande. C'est ce qui ressort des résultats condensés dans le tableau ci-après.

Spectre du cholestérol. — Plaques Fulgur spéciales pour effet Raman. Temps de pose 7 heures 30 minutes. Fente 3/100ᵉ. Température du laboratoire.

Entre 800 et 1300 cm^{-1}, on observe une multitude de bandes d'intensité faible et presque pareille, sauf pour la bande 1135 cm^{-1} qui est un peu plus intense. Elles correspondent à l'existence de longues chaînes cycliques saturées. L'intensité de 1,135 cm^{-1} se retrouve dans les chaînes carbonées aliphatiques de C^5 à C^{10}.

Entre 1300 et 1500 cm^{-1}, l'analogie avec les spectres de la carvomenthone se poursuit, mais il faut alors admettre un décalage systématique des bandes de 20 à 25 cm^{-1} environ vers les grandes longueurs d'onde.

La bande à 1670 cm^{-1} confirme l'existence d'une double liaison dans un cycle, l'une des extrémités de la double liaison aboutissant, comme dans le carvomenthène, à un carbone quaternaire. La présence d'une bande très faible à 1610 cm^{-1} reste inexpliquée.

Nous n'avons pas pu observer les bandes de la fonction alcoolique, notre spectre s'arrêtant à 3000 cm^{-1}.

Spectre du cholate de soude. — Plaques Fulgur spéciales pour effet Raman. Temps de pose 2 heures. Fente 5/100ᵉ. Température du laboratoire.

Malgré l'analogie étroite de constitution chimique, ce spectre ne présente qu'une très vague ressemblance avec ceux du cholestérol ou des terpènes. La bande intense double à 1438 cm^{-1} est unique et large, et naturellement il n'y a plus rien dans la région des bandes de la double liaison. D'autre part, l'aspect du spectre est assez différent, toutes les bandes étant larges et plus ou moins diffuses.

Carvomenthène [2].	Carvomenthone [3].	Cholestérol.	Cholate de soude.
553 (1b)	557 (1d)	545 (1)	498 (1)
	603 (1d)	604 (1)	599 (3)
	616 (2d)		
	657 (5d)		
	732 (7d)		732 (2)
764 (8s)			
785 (3s)	790 (2d)		791 (0)
799 (3s)	808 (1d)		
	849 (4d)		854 (2)
858 (3d)	865 (4d)	882 (1d)	
918 (2d)		920 (1, double?)	908–32 (2, double?)
	932 (2d)	958 (2)	
952 (3d)	960 (10d)	985 (1)	
1013 (1)	1002 (5d)	1007 (1)	
1019 (1d)	1019 (5d)	1025 (1)	
	1039 (2d)	1052 (1d)	1039 (3)
1062 (2)	1060 (2d)	1089 (1)	1095 (1)
1105 (2)	1101 (2d)	1114 (1/2)	
	1127 (12d)	1135 (3)	
1156 (3)	1150 (4d)	1177 (1)	1163 (1 1/2)
	1178 (4d)	1196 (1)	
	1202 (4d)	1223 (1/2)	
1221 (1d)	1221 (4d)	1254 (1/2)	1238 (0, ?)
1252	1263 (5d)	1275 (1 1/2)	1267 (2)
1295 (2b)		1303 (1)	
1310 (3s)	1317 (7d)	1340 (3, double)	1331 (0, ?)
1361 (1d)	1361 (3d)	1382 (2)	1365 (2)
1372 (4d)			
1430 (10d)	1429 (1d)	1444 (6)	1406 (0, ?)
1445 (8d)	1443 } (3b)	1459 (4)	1456 (5)
1464 (4d)	1471 }		
		1610 (1/2?)	
1681 (8s)		1670 (5)	
	1714 (13d)		
2831 (1d)		2868 (6)	
2874 (3)		2892 (4d)	2876 (3)
2917 (2d)		2933 (4d, double?)	2928 (2)
2952 (2) }		(toutes les bandes sont larges)	
2964 }			

s = fine, d = diffuse, b = bande.

---

(2) *Tables annuelles des Constantes et données numériques sur l'effet Raman*, 1931-1934, p. 91.

(3) *Ibid.*, p. 93.

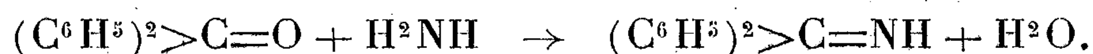
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétimines substituées. Méthode d'obtention de ces bases à l'état de pureté.* Note de M. **Roger Cantarel**, transmise par M. Paul Sabatier.

La substitution d'un radical organique à l'hydrogène fonctionnel des imines confère à ces corps une stabilité relative. Les imines substituées qui en dérivent possèdent toutefois à un degré plus ou moins élevé leur tare originelle et se conservent assez mal : des cas de polymérisation et même d'isomérisation ont été signalés par divers auteurs [1]. Nous nous sommes proposé de préciser les causes de cette instabilité et de définir le mécanisme de ces transformations.

Pour réaliser cette étude, il était nécessaire de posséder ces aniles à l'état de grande pureté. Les méthodes qui ont été mises en œuvre par les différents auteurs pour la préparation de ces corps ne conduisent pas facilement à des produits purs, et, d'autre part, ne sont pas générales. La condensation des imines avec les amines [2] est au contraire une méthode très générale, et nous avons reconnu qu'elle conduit à des aniles très purs.

Mais, pour réaliser ces condensations, il était nécessaire d'obtenir aisément les imines et les amines.

Dans une première étude, nous nous sommes limité aux imines substituées dérivées de la diphénylcétimine. Cette dernière base a été obtenue par voie catalytique à partir de la benzophénone [3] :



$$(C^6H^5)^2{>}C{=}O + H^2NH \rightarrow (C^6H^5)^2{>}C{=}NH + H^2O.$$

Après avoir reconnu la nécessité d'un catalyseur de déshydratation, nous avons pu mettre au point un appareil à marche continue qui nous permet de transformer quantitativement la benzophénone en diphénylcétimine. La benzophénone, préalablement liquifiée, puis vaporisée, est entraînée avec du gaz ammoniac sur de la thorine chauffée à 380°. A la sortie du

---

(1) Louis Henry, *Bull. Acad. Roy. Belg.* (*Classe des Sciences*), 6, 1904, p. 741; Turcan, *Bull. Soc. Chim.*, 51, 1932, p. 486; Ingold et Wilson, *J. Chem. Soc.*, 1933, p. 1501.

(2) G. Mignonac et H. du Couédic de Kékéran, *Bull. Soc. Chim.*, 35, 1924, p. 671.

(3) G. Mignonac, *Comptes rendus*, 169, 1919, p. 237.

four, les vapeurs sont recueillies dans un séparateur automatique, sorte de colonne à fractionnement horizontale portant deux tubulures d'écoulement. La diphénylcétimine s'écoule par la première tubulure. Le courant d'ammoniac entraîne la vapeur d'eau jusqu'à la seconde tubulure où l'eau, condensée, s'écoule dans un petit réservoir gradué, ce qui permet de suivre la réaction avec une précision satisfaisante (de l'ordre du 1/10e). La diphénylcétimine, liquide incolore distillant à 160° sous 13^{mm}, est conservée sous vide en tube scellé.

Pour les amines, nous avons mis en œuvre une méthode également indiquée par M. G. Mignonac ([1]) et nous avons réalisé une technique basée sur l'hydrogénation catalytique sous pression. Les aldéhydes ou les cétones, en solution alcoolique saturée d'ammoniac, sont introduits dans un petit autoclave chauffé vers 70° et monté sur une machine à secousses. Après adjonction de nickel catalyseur, la pression est amenée à 8-9 kg/cm^2 par admission d'hydrogène.

Cette méthode, qui nous a fourni des amines pures avec de très bons rendements dans la plupart des cas (80 % pour la cyclohexylamine à partir de la cyclohexanone, 70 % pour la benzylamine à partir de la benzaldéhyde), ne donne pas de résultat intéressant avec la benzophénone : nous avons obtenu seulement des traces de benzhydrylamine et du benzhydrol. Cette dernière amine a été obtenue simplement par hydrogénation catalytique de la diphénylcétimine, réaction pratiquement quantitative.

La condensation de la diphénylcétimine avec les diverses amines primaires ainsi préparées nous a conduit directement aux aniles qui en dérivent, avec élimination d'ammoniac



$$(C^6H^5)^2{>}C{=}NH + H^2NR \rightarrow (C^6H^5)^2{>}C{=}NR + NH^3.$$

Ces diverses condensations, effectuées équimoléculairement, à température constante et uniforme, peuvent être suivies par le dégagement d'ammoniac. Les vitesses de formation de ces aniles, à partir des systèmes correspondants *imine-amine*, nous ont fourni d'intéressants indices relatifs à l'influence des divers radicaux sur les aptitudes réactionnelles du groupement aminogène.

Nous avons ainsi préparé une série de cétimines substituées, toutes cristallisables dans l'alcool absolu :

([1]) *Comptes rendus*, **172**, 1921, p. 223

Benzhydrylidène-phénylamine........	$(C^6H^5)^2>C=N-C^6H^5$	F. 113°
Benzhydrylidène-benzylamine........	$(C^6H^5)^2>C=N-CH^2-C^6H^5$	F. 61°
Benzhydrylidène-β-phényléthylamine..	$(C^6H^5)^2>C=N-CH^2-CH^2-C^6H^5$	F. 35°
Benzhydrylidène-benzhydrylamine....	$(C^6H^5)^2>C=N-CH<(C^6H^5)^2$	F. 152°,5
Benzhydrylidène-cyclohexylamine....	$(C^6H^5)^2>C=N-C^6H^{11}$	F. 49°
Benzhydrylidène-α naphtylamine.....	$(C^6H^5)^2>C=N-C^{10}H^7$	F. 137°,5
Benzhydrylidène-β naphtylamine......	$(C^6H^5)^2>C=N-C^{10}H^7$	F. 97°

La benzhydrylidène-β phényléthylamine n'était pas connue. La benzhydrylidène-cyclohexylamine, mentionnée par Sommelet (5) sous forme d'une huile, n'avait pas, à notre connaissance, été signalée à l'état cristallisé.

Les quelques types d'imines substituées que nous avons ainsi préparés illustrent la méthode fondamentale que nous avons instituée et qui nous permettra d'obtenir tous ces corps à l'état de grande pureté.

Remarquons que cette méthode permet également de préparer un très grand nombre d'amines secondaires, par simple hydrogénation de ces imines substituées dans un solvant approprié. C'est ainsi que nous avons obtenu la dibenzhydrylamine (F. 143°) avec un rendement presque quantitatif par hydrogénation catalytique de la benzhydrylidène-benzhydrylamine en solution benzénique.

GÉOLOGIE. — *Les dépôts quaternaires et le problème du lœss dans la vallée de la Durance méridionale.* Note (1) de M. **Franck Bourdier.**

En aval de Sisteron, *porte de la Provence*, nous retrouvons trois séries alluviales qui semblent correspondre à celles précédemment signalées en amont (2); nous allons les décrire successivement :

1° *La basse terrasse.* — Elle est la continuation manifeste du cône fluvio-glaciaire du Poët et elle est recouverte seulement par le sol actuel, *comme les terrasses würmiennes du Bas-Dauphiné.*

2° *La haute terrasse.* — Elle contient d'énormes blocs calcaires et, comme l'avait déjà signalé David Martin, quelques rares blocs anguleux de roches

(5) *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1338.

(1) Séance du 4 mars 1940.

(2) F. Bourdier, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 252.

cristallines; signalons en particulier un bloc de roche amphibolique de 2^{m^3} à quelques dizaines de mètres de l'embranchement des chemins Sisteron-Volonne et Saint-Pui. Ces blocs n'ont pu être apportés que par un glacier. Contrairement à l'opinion admise généralement, mais, conformément aux idées de M. Raoul Blanchard, ce glacier a dû s'avancer en Provence au moins à une dizaine de kilomètres en aval de Sisteron; et, comme celui de la Basse-Isère, il n'a pas laissé de moraines frontales.

La surface de la haute terrasse est couverte de limons; une tranchée de route, près d'un petit ravin, à 1^{km} en amont de Château-Arnoux, montre, sur les alluvions : 1° un ancien sol entièrement décalcifié, de couleur marron rougeâtre, probablement interglaciaire; 2° des limons calcaires lœssoïdes jaune pâle; 3° le sol actuel. *Ces dépôts sont identiques à ceux qui recouvrent et caractérisent les terrasses rissiennes du Dauphiné.*

Un peu en aval de Château-Arnoux, les tranchées de la route nationale ont mis à jour des limons lœssoïdes contenant une faunule malacologique (*Helicella Geyeri*, *Chondrula quadridens*, *Pupa variabilis*, *Pupilla triplicata*) (3) nettement plus méridionale que la faune du lœss dauphinois qui peut cependant lui être contemporaine si la faune malacologique avait alors, comme de nos jours, un caractère beaucoup plus méridional en Provence qu'en Dauphiné. Plus en aval, à Volx, des lœss typiques (4) contiennent *Helicella Geyeri* et *Helicella rugiosuscula*. Ils sont surmontés par une épaisse zone d'altération, avec poteries d'aspect néolithique et Mollusques nettement méridionaux, ce qui semble témoigner que nos lœss ne sont pas de formation très récente, mais doivent plutôt remonter au Wurm, comme en Bas-Dauphiné.

---

(3) Ces déterminations et les suivantes sont dues à l'extrême obligeance de M. Jules Favre, du Muséum d'Histoire Naturelle de Genève.

(4) Ces lœss ont été mentionnés par M. Gignoux (*Géologie stratigraphique*, 2e édit., p. 643). Nous avons retrouvé *H. Geyeri* dans les limons lœssoïdes recouvrant à Saint-Hilaire la terrasse rissienne de la Basse-Isère, et *H. rugiosuscula* dans le lœss des Planes (Charentes) datant du début du Paléolithique supérieur et dans la basse terrasse du Rhône à Montélimar (quartier des Champs). Ce dernier gisement a fourni une faune tempérée banale (l'élément le plus chaud est *Cyclostoma elegans*) associée à *Succinea oblonga* var. *elongata*, caractéristique du lœss périglaciaire alpin et *Pupilla alpicola, Columella columella*, formes actuellement très rares et reléguées en haute montagne, mais assez abondantes dans le bassin de Genève pendant le retrait du Wurm (J. Favre, *Mém. Soc. Phys. et Hist. Nat. Genève*, **40**, III, Genève, 1927, p. 387). La basse terrasse de Montélimar doit donc être wurmienne, et sa faune semble former transition entre celles des lœss méridionaux et dauphinois.

Vers Manosque, la basse et la haute terrasse se rapprochent du talweg actuel et tendent à se confondre. En aval de Mirabeau, une terrasse couverte de limons (haute terrasse?) domine d'une dizaine de mètres seulement le talweg actuel. A 2km environ en aval de Meyrargues, une exploitation d'argile montre des lœss typiques contenant *Succinea oblonga* var. *elongata*, forme caractéristique du lœss alpin qui semble actuellement disparue. Sous ces lœss, un ancien sol rougeâtre est riche en Mollusques nettement méridionaux (*Rumina decollata*, *Leucochroa candidissima*); si notre lœss date de la dernière glaciation, comme cela est probable, le sol à *Rumina* serait alors forcément interglaciaire, et, comme il se trouve à quelques mètres seulement au-dessus du talweg actuel, il confirmerait bien que la Durance n'a pas déposé d'alluvions au-dessus de ce talweg depuis le dernier interglaciaire; la basse terrasse wurmienne se confondrait donc là avec les alluvions actuelles, comme la basse terrasse du Rhône dans la région d'Avignon (Général de Lamothe).

3° *Les poudingues des plateaux.* — Ils semblent faire suite aux poudingues fluvio-glaciaires des plateaux en amont de Sisteron; ils contiennent des galets atteignant 80cm de grand axe, mais aucun bloc erratique, et témoigneraient donc d'une glaciation moins étendue que celle qui a apporté les blocs de la haute terrasse voisine. Au-dessus du cimetière de Volonne, nos poudingues sont recouverts par des éboulis très altérés, surmontés d'une croûte calcaire atteignant jusqu'à un mètre d'épaisseur; cette croûte, d'après son aspect, paraît être due à l'évaporation superficielle d'eau chargée de calcaire, sous un climat plus chaud et plus sec que l'actuel : or, *le même témoignage climatique est fourni en Bas-Dauphiné par le sol rouge qui recouvre et, selon nous, caractérise les moraines mindéliennes de Tourdan* ([5]). Notre terrasse de poudingues se suit jusqu'à Manosque (rive gauche), mais nous n'avons pas encore pu établir nettement ce qu'elle devenait plus en aval.

En somme, si, dans la région de Chambéry, nous avons prouvé l'existence d'un interglaciaire, le Quaternaire du Bassin de la Durance et celui du Bas-Dauphiné tendraient à nous faire admettre deux interglaciaires, le plus ancien semblant le plus chaud, le plus long, le plus indiscutable; quant au prétendu interstade pendant la dernière glaciation (glaciation des moraines internes), nous n'en n'avons trouvé aucune trace certaine;

([5]) Dans le bassin de la Durance, près de Digne, Penck a également signalé un sol rouge sur des alluvions qu'il attribue au Mindel.

bien des dépôts attribués à cet interstade, dans les Alpes et ailleurs, datent probablement du *petit interglaciaire* que l'on est tenté de placer entre le Riss et le Wurm définis par Penck.

GÉOLOGIE. — *Hydrogéologie des environs de Djibouti.* Note (¹) de M. **Henri Besairie**, présentée par M. Charles Jacob.

L'alimentation en eau de Djibouti s'effectue dans le sous-écoulement de l'oued Ambouli. Cet oued, dont le bassin d'alimentation présente une superficie de 400^{km^2}, a créé un vaste delta. Jusqu'au début de 1939, les conceptions hydrogéologiques d'alors (²) ont empêché le développement des installations et limité la production d'eau. On admettait en effet que la nappe d'eau douce exploitée reposait sur une couche d'eau salée en communication avec la mer et qu'il y aurait danger à entrer profondément dans la nappe. Il n'en est heureusement rien, et l'étude toute récente entreprise par puits, à la demande du gouvernement de la Colonie, aux environs du lit actuel de l'Ambouli, a montré la constitution exposée dans les lignes qui suivent.

La nappe d'eau exploitée se trouve à environ 6^m de profondeur dans un niveau caillouteux à la cote absolue de $2^m,60$. Au-dessous se rencontrent des marnes sableuses, épaisses de 2^m, avec quelques lits caillouteux aquifères. Plus bas encore vient une couche de galets, épaisse d'au moins $1^m,60$, dont le substratum n'a pu être atteint. Cette couche est très fortement aquifère. Dans un puits d'un mètre carré environ de section, creusé dans une galerie, un épuisement de 27^{m^3} par heure n'arrive pas à abaisser le niveau. De plus cette eau, légèrement sous pression, remonte jusqu'au seuil des galeries, à la cote absolue $2^m,60$ avec un débit de 8^{m^3} par heure. Il est remarquable de constater que ce puits fournit, à lui seul et sans pompage, plus d'eau que 120^m de galerie. Ces résultats ont permis de réfuter l'hypothèse de l'existence d'une nappe salée inférieure et ont justifié la pose immédiate d'une nouvelle canalisation. Au cours de la saison chaude 1939, Djibouti a eu ainsi de l'eau en abondance avec des réservoirs toujours pleins.

(¹) Séance du 19 février 1940.

(²) Dreyfus, *Revue de Géogr. phys.*, 4, II, 1931, p. 110, et L. Lapayre, *Annales de Phys. du Globe de la France d'outre-mer*, 8, 1939, p. 48.

D'autre part il existe dans le delta un ancien lit de l'Ambouli qui traverse la voie ferrée vers le km 8 pour aller traverser le champ d'aviation. J'ai fait creuser là des puits qui ont démontré la présence, à environ 8^m, d'une importante nappe d'eau. Cette nappe, qui, dès maintenant, alimente des camps importants, est en outre susceptible d'être utilisée pour les cultures maraîchères.

En résumé, les réserves d'eau du delta de l'Ambouli sont considérables et peuvent fournir facilement plus de 5000 mètres cubes par jour, peut-être le double, d'une eau ayant une hydrotimétrie totale de 45°, permanente de 25°, et une teneur en chlorure de $1^g,3$ à $1^g,6$ au litre. L'origine de la minéralisation réside dans le lessivage des sédiments marins et fluvio-marins du delta qui fournissent le calcaire et le sel. Une telle eau, si elle est acceptable pour les besoins de la ville, ne saurait satisfaire aux exigences du ravitaillement maritime. Mais une eau de bien meilleure qualité avec un degré hydrotimétrique total inférieur à 10 et une teneur en chlorure inférieure à $0^g,5$ au litre, existe dans le sous-écoulement le plus superficiel de l'Ambouli; elle pourrait être captée par une galerie transversale traversant la zone de l'écoulement principal du lit actuel.

Notons enfin que le delta de l'oued Beyde, à 15^{km} au Sud de Djibouti, se présente dans des conditions analogues à celui de l'Ambouli et présente des réserves d'eau du même ordre. Ces ouadis, Ambouli et Beyde, ont leur bassin d'alimentation situé en grande partie dans une région montagneuse (700 à 800^m d'altitude), où la pluviométrie est beaucoup plus forte qu'à Djibouti, ce qui peut laisser penser que les nappes dont il est question plus haut sont alimentées périphériquement.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Valeurs des éléments magnétiques à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt (Loiret) au 1er janvier 1940.* Note de MM. **Louis Éblé** et **Gaston Gibault**, présentée par M. Charles Maurain.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1940 sont déduites de toutes les valeurs horaires enregistrées au cours des mois de décembre 1939 et janvier 1940. Les variations séculaires sont les différences entre ces valeurs et celles qui ont été publiées pour le 1er janvier 1939. Elles ne donnent lieu à aucune remarque particulière.

Valeurs absolues et variations séculaires des éléments magnétiques à l'Observatoire de Chambon-la-Forêt.

(Latitude 48°1′26″; longitude 2°15′36″E. Gr.).

	Valeurs absolues pour l'époque 1940,0.	Variations séculaires.
Déclinaison	8°56′,9	−8′,7
Inclinaison	64°14′,2	+1′,1
Composante horizontale	0,20033	+0,00007
» verticale	0,41508	+0,00049
» Nord	0,19789	+0,00015
» Ouest	0,03116	−0,00050
Force totale	0,46089	+0,00047

MYCOLOGIE. — *Culture artificielle des mycotêtes d'un Agaric Termitophile africain.* Note de M. **Roger Heim**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Au cours d'une mission en Côte d'Ivoire et en Guinée (février-mai 1939), j'ai recueilli et étudié une douzaine d'espèces d'Agaricacées termitophiles croissant sur le sol, en relation directe avec leurs primordiums souterrains appelés *mycotêtes* qui apparaissent sur les *meules* que les termites édifient dans les chambres de leur habitation à l'aide de substances végétales qu'ils mastiquent. En rappelant que trois espèces d'Agarics venant sur termitières ont été signalées jusqu'ici en Afrique, sans que leurs rapports avec les meules aient été précisés, on comprendra l'intérêt tout nouveau que j'attache à la mycoflore termitophile tropicale-équatoriale qui forme *un groupement biologique et systématique*, à la fois souterrain et épigé, aussi important que ceux que constituent, par exemple, les mycoflores lignatile, coprophile, hypogée.

La présente Note amorce une série d'études consacrées à la biologie, la systématique, l'anatomie et la cytologie des représentants africains de cette flore spéciale. Elle s'applique à la culture artificielle d'un Agaric des termitières, que nous avons, le premier, réalisée sous la forme hypogée à mycotêtes.

De telles cultures ont été tentées par les deux naturalistes qui ont étudié les Champignons termitophiles d'Asie, T. Petch (¹) à Ceylan,

(¹) *Ann. Roy. Botanic Gardens*, Peradeniya, 3, 1906, p. 185.

J. Bathelier [2] en Indochine. Le premier a suivi la croissance des mycotêtes du *Volvaria eurhiza* (Bk. et Br.) Petch [3] transportées de la meule au laboratoire dans une goutte d'eau. Il a observé sur extrait de meule aqueux, sucré et gélosé, la germination des cellules ovales terminant les files conidiennes. Il a échoué dans ses tentatives de cultures artificielles : ni la formation de conidies à partir du mycélium, ni la germination des cellules sphériques, ni l'obtention de primordiums sur milieux artificiels n'ont pu être observés. Bathelier a assisté, sur ce même Agaric, à l'achèvement de la croissance des mycotêtes, transportées au laboratoire sur meule humidifiée.

En avril 1939, j'ai ensemencé, sur milieu gélosé-glucosé-peptoné, de très jeunes mycotêtes cueillies sur meules profondément enfouies, à Kindia (Guinée), et appartenant au cycle d'un Agaric (*Schulzeria*) d'ailleurs fructifié à la surface du sol selon des carpophores proches de l'espèce ceylanaise. Deux des tubes ensemencés ont produit des cultures qui ont constitué les souches mères de toutes celles que j'ai obtenues depuis, au laboratoire, à Paris. Les caractères anatomiques des mycotêtes obtenues en milieu artificiel sont extrêmement voisins de ceux qu'offrent les mycotêtes naturelles de cette espèce, dont la structure est d'ailleurs à peu près celle que Petch et Bathelier ont assignée aux primordiums du *V. eurhiza* asiatique.

Les colonies artificielles montrent trois aspects : 1° *mycélien*, formant un revêtement lisse, gras, continu, peu saillant; 2° *filamenteux-velouté*, blanc et floconneux, constitué surtout de rameaux dichotomes, cloisonnés, érigés, correspondant à des files d'éléments cellulaires ovales ou cylindracés, produisant terminalement des conidies-blastospores subrectangulaires ou elliptiques allongées, à plasma dense; 3° *celluleuse à sphérocystes*, correspondant à la mycotêtc mûre, dans laquelle dominent les cellules isodiamétriques en files érigées divergentes et à croissance centrifuge, avec, çà et là, des sporidies allongées terminales. Ce dernier aspect tend à s'établir et à proliférer définitivement, tardivement, faisant suite à l'aspect velouté floconneux qui auréole souvent d'une frange momentanée chaque colonie culturale en pleine activité. Il comporte des grains globuleux, non ou à peine

---

(2) *Thèse doct. ès sciences*, 1927, Paris.

(3) La position générique à assigner à cette espèce, comme celle qui convient aux Agarics que nous avons recueillis en Afrique tropicale, feront l'objet de discussions ultérieures.

soudés, crème, subtranslucides, à la fin jaunissants, physionomiquement et anatomiquement semblables aux mycotêtes naturelles. Ici, comme dans la termitière, c'est donc la forme à sphérocystes qui peu à peu prédomine, formée d'éléments qui constitueront l'essentiel de la chair du carpophore basidiosporé. Tous les éléments conidiformes de la mycotête, artificielle comme naturelle, sont assimilables à des blastospores, et ces primordiums à des productions levuriformes géantes.

Les mycotêtes se forment sur certains milieux naturels (carotte) et gélosés : de Sabouraud, extrait d'Agaric termitophile et glucose (très favorables), malt, pomme de terre (moins favorable), gélose-crottin, milieux synthétiques complexes (Czapek, Richard) (très peu favorables). Au-dessous de 14-15°, aucune germination n'est décelable. Entre 15 et 20°, la culture végète lentement en colonies cérébriformes, élevées, à surface finement pubérulente, noduleuse-arrondie, correspondant à des mycotêtes soudées-connées, mal différenciées. Entre 25 et 30°, à une température voisine de celle des chambres des termitières, le développement est optimum; la mycotête, qui atteint 1 à 2^{mm} de diamètre, constitue l'élément fongique essentiel, *l'unité culturale définitive, ultime*. La durée d'une culture n'excède pas quelques semaines; elle est fonction de la quantité de milieu et de sa richesse en glucides.

Ces faits établissent donc que *la mycotête*, primordium souterrain né sur la meule du termite, *n'est ni biologiquement, ni morphologiquement liée obligatoirement à ce milieu;* elle dépend simplement des conditions physico-chimiques favorables et stables, qu'elle y rencontre. Elle peut acquérir son individualité et poursuivre sa croissance au laboratoire sur un milieu nutritif suffisant et à température relativement élevée. Dans ces conditions, elle se reproduira indéfiniment, par repiquage et germination des blastospores, en conservant les particularités essentielles de sa structure naturelle.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets cytotoxiques de quelques composés de l'arsenic pentavalent.* Note de M. **Georges Mangenot**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Dustin et Piton (¹), puis Piton (²) ont montré que divers composés de l'arsenic trivalent (As^2O^3) ou pentavalent (arrhénal, cacodylate de soude,

(¹) *Bull. Acad. Roy. de Méd. de Belg.*, 5ᵉ série, 9, 1929, p. 26-35.
(²) *Arch. Intern. Méd. exp.*, 5, 1929-30, p. 355-411.

aminophénylarsinate de soude) troublent profondément le rythme des divisions cellulaires (déclenchement de caryocinèses suivi d'une destruction pycnotique des noyaux formés) dans les organes lymphoïdes des Souris traitées par injection hypodermique de ces produits. Plus tard, Dustin a précisé ([3]) que les mitoses ainsi provoquées (mitoses du type arsenical ou cacodylique) sont caractérisées par une prophase brusquée conduisant à une métaphase atypique, avec chromosomes condensés en une masse compacte, et sans fuseau. Enfin, à l'action ainsi produite par ces arsenicaux, et surtout par le cacodylate, Dustin compara les effets provoqués par la colchicine, alcaloïde dont il découvrit, en 1936, avec Lits, les propriétés caryoclasiques. Nous nous sommes proposé de rechercher si ces substances agissent sur les cellules végétales, et nous avons institué une série d'expériences sur le Pois (*Pisum sativum*) et l'Oignon (*Allium Cepa*) : les plantules ou bulbes sont disposés de manière que les racines plongent dans des solutions millimolaires (dans du liquide de Knop à 1/2) d'arséniate de soude $O = As(ONa)^3$; d'arrhénal, ou monométhylarsinate de soude $O = AsCH^3(ONa)^2$ et de cacodylate, ou diméthylarsinate de soude $O = As(CH^3)^2ONa$.

Ces trois corps agissent de manière très différente sur le développement des *plantules de Pois*. L'arséniate inhibe immédiatement et totalement la croissance des racines en longueur et en épaisseur, et ralentit considérablement l'allongement de la tige; il permet, au contraire, la poussée de radicelles, arrêtées dès que celles-ci émergent de l'écorce ou atteignent la surface de la solution. L'arrhénal et le cacodylate freinent moins brutalement l'allongement de la racine principale : deux jours après le début du traitement, pour le cacodylate, quatre jours après, pour l'arrhénal, moins toxique, la croissance en longueur de cette racine, devenue de plus en plus lente, cesse définitivement. De plus cacodylate et arrhénal provoquent un épaississement marqué de la racine, dont ils inhibent l'allongement : épaississement généralement diffus, mais parfois surtout accentué dans la région subterminale (tuméfaction subterminale distincte). Enfin, tandis que l'arrhénal permet, ou même stimule la formation de radicelles à divers niveaux de la racine principale, le cacodylate inhibe complètement toute poussée radicellaire. L'étude histologique montre que l'inhibition de la croissance en longueur de la racine principale et son épaississement, provoqués par l'arrhénal

([3]) *C. R. Ass. des Anat.*, 33e Réunion, Bâle, 1938, p. 205-212.

et par le cacodylate, dépendent exclusivement d'une inhibition de la croissance en longueur et d'une exagération de la croissance en largeur des cellules du conjonctif cortical de la racine. Cette étude indique, en outre, que le cacodylate trouble les processus de différenciation : d'où la constitution de vaisseaux anormalement lignifiés (lignification désordonnée et généralement excessive).

L'étude cytologique, enfin, révèle que ces trois substances, agissant comme la colchicine, empêchent la constitution du fuseau et font apparaître les figures caractéristiques de la stathmocinèse ([4]) : les chromosomes clivés (centromères bien visibles) provenant d'une prophase apparemment normale, restent dispersés dans la cellule (stathmométaphase); puis les chromatides résultant de ce clivage se séparent (stathmoanaphase); enfin, ces chromatides subissent, *in situ*, les transformations télophasiques (stathmotélophase) et constituent un noyau contenant deux fois plus de chromosomes que le noyau initial. Mais les modalités suivant lesquelles intervient ce trouble mitotique varient avec l'agent qui le provoque : tandis que l'arséniate et le diméthylarsinate produisent, dans les deux premiers jours suivant le début du traitement, une déviation stathmocinétique des caryocinèses, puis inhibent définitivement tout processus mitotique, le monométhylarsinate permet la répétition, au niveau d'un même noyau, de la stathmocinèse : d'où la présence de figures stathmométaphasiques à $4n$ chromosomes clivés, et la constitution, dans le méristème initial, de noyaux volumineux, lobés, segmentés, comme après le traitement par la colchicine; mais, dans les méristèmes apicaux colchicinés, des stathmocinèses peuvent se succéder ainsi à plusieurs reprises, tandis que l'arrhénal, au contraire, arrête rapidement l'activité mitotique. Celle-ci continue toutefois, dans la région péricyclique, où l'on peut observer des stathmocinèses (à $4n$ chromosomes clivés au maximum) six jours après le début du traitement, ainsi que de nombreux noyaux de formes aberrantes; les propriétés du péricycle vis-à-vis des agents stathmocinétisants se révèlent décidément différentes de celles du méristème apical ([5]).

Les expériences poursuivies sur *Allium Cepa* ont conduit sensiblement aux mêmes résultats : toutefois les racines d'Oignon traitées par le cacodylate ou l'arrhénal se tuméfient exclusivement dans la région subterminale. De plus, si le cacodylate provoque l'apparition, dans les racines

---

([4]) G. Mangenot, *C. R. Soc. Biol.*, 128, 1938, p. 501.

([5]) G. Mangenot, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1105.

d'*Allium*, exclusivement de figures stathmocinétiques, l'arrhénal permet le déroulement normal de certaines mitoses : on peut observer, côte à côte, des figures mitotiques normales, des figures stathmocinétiques, enfin des figures intermédiaires (par exemple quelques chromosomes groupés sur un petit fuseau, tandis que les autres chromosomes sont dispersés, sans ordre, à côté de cette figure fusoriale). Enfin l'arséniate est extrêmement toxique vis-à-vis des racines d'*Allium*, dont il nécrose rapidement le méristème.

ZOOLOGIE. — *Sur la périodicité sexuelle des Poissons des eaux douces du Cambodge*. Note de M. **P. Chevey**, présentée par M. Louis Bouvier.

Dans les zones tempérées du globe, la périodicité sexuelle des Poissons est, comme celle de l'immense majorité des animaux, réglée par les saisons et soumise au rythme estivo-hivernal.

Selon que prédominent leurs exigences thermiques ou respiratoires, les Poissons pondent en été, comme les Cyprins, ou en hiver, comme les Salmonides. Mais, dans tous les cas, leur *période de ponte* est facile à déterminer. Chaque ponte est toujours séparée, par un long temps d'arrêt de la ponte suivante, qui revient, à peu de choses près, à la même époque de l'année suivante.

Toutes autres sont les conditions dans la zone intertropicale, où il n'y a pas d'hiver. On y trouve, à toutes les époques de l'année, des femelles mûres et l'on éprouve au premier examen du problème une expression d'extrême confusion.

L'Institut Océanographique de l'Indochine a entrepris, depuis 3 ans, au Cambodge pour les Poissons d'eau douce l'étude de cette question.

13 postes d'observation et de récolte répartis sur le Grand Lac et son effluent le Tou lé Sap, sur le Bassac, ainsi que sur le Mékong en amont et en aval des Quatre Bras, ont été visités périodiquement pendant 2 ans, une fois par trimestre au moins. 34 espèces ont été régulièrement suivies et étudiées dont 2 *Notopteridæ*, 1 *Clupeidæ*, 12 *Cyprinidæ*, 12 *Siluridæ*, 4 *Labyrinthidæ*, 1 *Seiænidæ*, 1 *Nandidæ*, 1 *Gobiidæ*. La maturité sexuelle a été vérifiée, soit par la méthode de fécondation artificielle, soit par examen anatomique. Près de 600 examens et plus de 9500 coupes ont été effectués. Nous avons dressé, pour chaque espèce, des *cartes de maturité sexuelle*, qui seront publiées dans un travail définitif. Ces cartes ayant été établies, nous avons condensé nos résultats dans 2 tableaux synoptiques.

L'examen du premier décèle une ponte très importante en juin, au début de la montée des eaux; les pontes se répètent pendant tout l'été, l'automne et l'hiver, en diminuant graduellement d'importance, jusqu'en mars, où elles sont même nulles pour certaines femelles (Notopteridæ). En général, toute la population ichtyologique observée se comporte de la même manière à cet égard.

Le deuxième tableau ne permet de constater aucune variation *géographique* des époques de ponte. Le comportement des Poissons est le même dans tout le Cambodge.

On trouve *presque toute l'année* des Poissons sexuellement mûrs dans toutes les eaux douces du Cambodge, ce qui peut faire illusion aux yeux d'un observateur superficiel. Un examen attentif, et le calcul du pourcentage des immatures par rapport aux animaux mûrs, permet de reconnaître, pour l'ensemble de la population ichtyologique, une ponte principale en juin, aussitôt après la fin des basses eaux, ponte qui se prolonge, en s'amenuisant, jusqu'au mois de mars. Il y a un court arrêt en avril-mai, correspondant à la période de *malaise physiologique* signalée dans une précédente Note (¹) et matérialisée sous forme d'une *marque* sur les écailles des Poissons considérés.

En conclusion, l'examen d'individus isolés ne donne aucun renseignement de valeur sur le rythme sexuel des Poissons de cette région intertropicale; chaque Poisson y a son rythme propre, qui n'est pas forcément synchrone avec celui de ses congénères. Il est nécessaire de considérer une *population ichtyologique* dans son ensemble pour arriver à dégager une loi. On ne peut pas dire que tel Poisson, pris isolément, sera mûr à telle époque, immature à telle autre; mais on pourra dire qu'une espèce déterminée comportera un maximum d'individus mûrs à telle époque, et un minimum à telle autre.

La notion de maturité sexuelle prend ainsi sous les tropiques une valeur *collective* qu'elle n'a pas dans les régions tempérées.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la physiologie du signe local.*
Note de M. **Claude Gautier**, présentée par M. Charles Achard.

La notion physiologique d'espace met en jeu des éléments divers : tactiles, musculaires, visuels, auditifs, olfactifs, ampullaires, nerveux,

(¹) P. Chevey, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 1475.

médullaires, cérébraux. On sait que, lorsqu'on touche un point de la peau, le contact est localisé (*signe local* de Lotze). A quel appareil est lié le signe local ? A l'organe récepteur ou au système nerveux ?

Les expériences suivantes me paraissent montrer que le signe local périphérique a ses racines dans les récepteurs cutanés, et que l'échelon médullaire suffit déjà à en assurer le cycle complet, réflexe (c'est-à-dire excitation et réponse adaptée), alors que les centres supérieurs et la conscience sont mis dans l'impossibilité d'y intervenir.

Soit l'expérience bien connue sur la grenouille décapitée. Après avoir sectionné le bulbe et détruit le cerveau avec une petite tige métallique, on décapite complètement une grenouille, en arrière des tympans. On dépose sur la peau du dos de l'animal, à 2^{mm} de la ligne médiane, un petit carré de papier filtre, imbibé d'acide acétique concentré ou en solutions à $1/5^{e}$ dans l'eau distillée. Avec sa patte postérieure du même côté, parfois avec celle de l'autre côté, voire avec les deux si l'excitation est trop forte, l'animal vient chasser avec précision le corps étranger.

On prépare une deuxième grenouille comme il a été dit, puis on sectionne la peau du dos horizontalement, en arrière de l'insertion des membres antérieurs, sur toute la largeur entre les bourrelets cutanés latéro-dorsaux, qui correspondent aux cloisons dorsales du sac lymphatique. On pratique ensuite une deuxième section de la peau, sur $2,5\text{-}3^{cm}$, le long et en dedans du bourrelet situé à la droite de l'opérateur (la grenouille étant couchée sur le ventre), et l'on rabat aussi fortement que possible vers la gauche ce lambeau cutané, en ayant bien soin de ne pas rompre les nerfs qui vont de la peau à la colonne vertébrale. Si, après avoir essuyé le muscle sous-jacent, à l'aide d'un tampon de papier filtre, on y dépose un peu loin de la peau le petit carré de papier imbibé d'acide acétique au $1/5^{e}$, on voit le muscle agité d'un court tremblement ou frémissement. *Mais la patte postérieure ne vient pas chasser le corps étranger.* Avec l'acide concentré, la réaction musculaire est plus vive : l'animal soulève son épaule gauche; parfois une contraction s'ébauche dans le membre postérieur; dans un cas, même, nous avons vu la grenouille se renverser complètement en arrière. *Mais la patte postérieure ne vient pas chasser le corps irritant.*

Si l'on dépose le petit carré de papier sur l'un des nerfs venant de la peau et se rendant à la moelle, on n'a aucune réaction, ou bien si l'on a aussi imprégné le muscle, on assiste aux mêmes réactions que si l'on avait seulement irrité ce dernier.

Si l'on touche avec la trace d'acide la face interne de la peau, on n'obtient pas non plus de réaction localisatrice.

Si l'on remet en place le lambeau cutané et qu'on dépose le petit carré de papier acidifié un peu à gauche de la colonne vertébrale, on voit aussitôt s'exécuter le réflexe habituel.

Ces expériences ont été faites sur *R. esculenta* L. Une recommandation très importante est de bien égoutter le petit carré de papier mouillé d'acide, et aussi de bien éviter d'emporter entre les mors de la pince une gouttelette de solution acétique, afin d'éviter la diffusion de l'acide vers la peau.

Je me propose d'étudier sur le têtard ce réflexe localisateur.

Ces faits n'ont pas besoin, pour être interprétés, qu'on fasse intervenir une *conscience médullaire*. Par contre, ils me paraissent révéler une finalité biologique plus étroite encore qu'on ne la considère généralement; la localisation précise et l'éloignement du corps irritant ne se manifestent que pour la partie externe de la peau, seule capable dans les conditions normales de subir de telles agressions. Ce réflexe n'est qu'un geste adapté, en soi parfaitement inconscient, et qui ne prend un sens que dans l'ensemble fonctionnel. Comme d'autres réflexes, ce phénomène adapté, mais élémentaire, ne semble devoir être rapproché, mais à un degré bien inférieur, et sans la moindre intrication de conscience (lorsqu'il s'exécute ainsi isolément), de l'activité d'ensemble dirigée qu'est, pour *l'être vivant*, l'instinct, conformément aux conceptions de Prochaska et de Vulpian.

CHIMIE THÉRAPEUTIQUE. — *Propriétés purgatives et constitution chimique.* Note (1) de M. **Buu-Hoï**, présentée par M. Marcel Delépine.

Le succès obtenu dans l'introduction en thérapeutique de médicaments du groupe de la phénolphtaléine, ainsi que la grande activité physiologique de ces composés, ont suscité de nombreuses recherches en vue de trouver des relations entre leurs propriétés purgatives et leur structure moléculaire.

On a supposé tout d'abord que la phénolphtaléine agissait par la formation de son dérivé quinonique dans le milieu alcalin de l'intestin, hypothèse combattue par Abel et Rowntree (2), qui ont montré que l'absorption de phénolphtaléine n'entraîne aucune coloration du contenu et des parois intestinaux. Kondo et Ogata (3) attribuent l'activité physiologique au groupement diphénylméthanique, les hydroxyles phénoliques et le pont lactone étant considérés comme d'importance secondaire. H. P. Kaufmann (4) montre que le bloquage des hydroxyles fait disparaître les propriétés purgatives, mais il dénie également toute influence au pont lactonique.

Mes expériences montrent qu'il n'en est rien, et que c'est bien la fonction lactone qui est le support de l'activité physiologique, les hydroxyles phénoliques jouant probablement un rôle de mordançage.

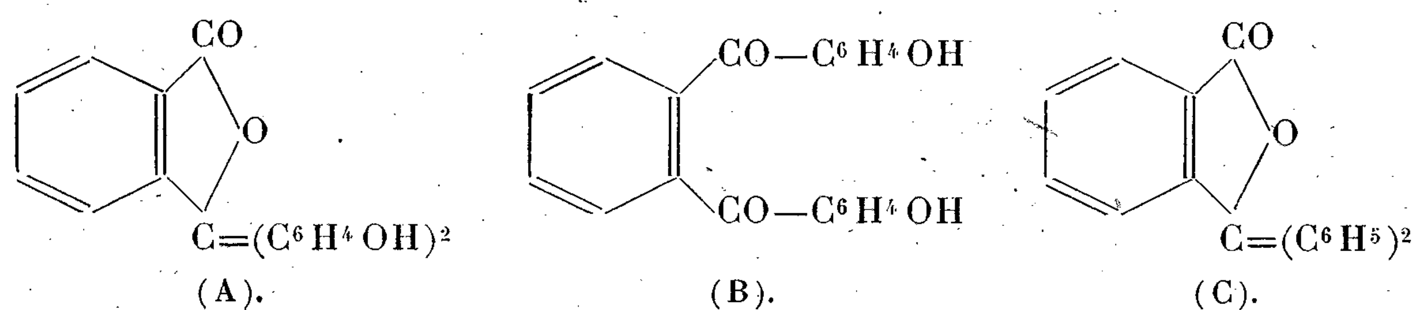
(1) Séance du 4 mars 1940.

(2) *J. Pharmacol. Exp. Therap.*, **1**, 1909, p. 231.

(3) *J. Pharmac. Soc. Japan*, **518**, 1925, p. 1.

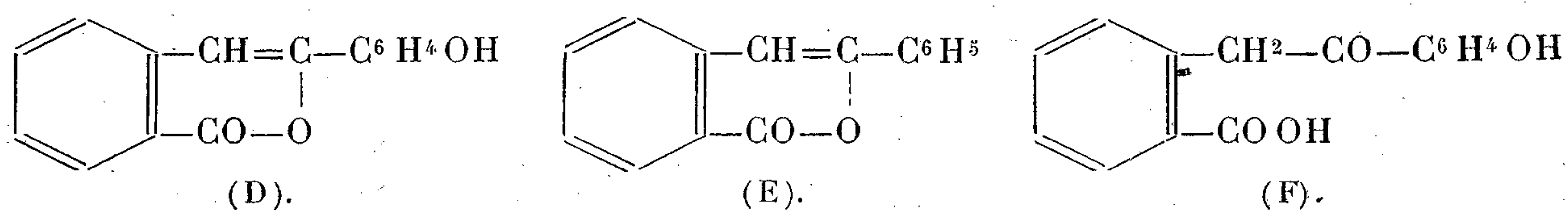
(4) *Zeitschr. für angew. Chem.*, **40**, 1927, p. 831.

En effet, la phénolphtaléine (A) est très active alors que son isomère de



constitution, le 4-4′-dihydroxydibenzoylbenzène (B), est très peu actif et la diphénylphtalide (C) tout à fait inactive

D'autre part, la 3-parahydroxyphénylisocoumarine (D), dont j'ai effectué la synthèse ([5]) et que Kaufmann avait crû être la phénolhomophtaléine, est excessivement purgative (elle possède, en outre, des propriétés irritantes dues au noyau isocoumarine). Si l'on supprime l'hydroxyle phénolique, ou si on ouvre le pont lactone, les propriétés purgatives disparaissent;



la 3-phénylisocoumarine (E) et l'acide 4′-β-désoxybenzoïne-*o*-carbonique (F) sont inactifs.

Il est à remarquer que la fonction lactone joue déjà un grand rôle dans d'autres domaines pharmacodynamiques (substances cardiotoniques, lactones anthelminthiques naturelles ou synthétiques).

En résumé, il semble que chez les substances purgatives du type de la phénolphtaléine, la fonction lactone constitue le groupe *toxophore* (Ehrlich appelait ainsi la partie d'une molécule qui détient l'activité pharmacodynamique), et les hydroxyles phénoliques jouent le rôle de groupes *haptophores*, permettant la fixation de la molécule sur les tissus vivants. Ces hydroxyles peuvent concourir d'ailleurs à renforcer l'activité, en exaltant la polarisation diélectrique de la molécule, selon les conceptions de K. W. Rosenmund ([6]).

Les essais physiologiques ont été effectués *in vivo* sur le Cobaye, les doses de produits administrés variant de 0g,05 à 0g,50 par cobaye (les

---

([5]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 321.

([6]) *Zeitschr. für angew. Chem.*, **48**, 1935, p. 701.

doses sont cinq fois moindres pour les souris). Le composé (D) a été obtenu à partir de la phénolphtaléine selon Blicke [7], et la 3-phényl-isocoumarine, par cyclisation de l'acide β-désoxybenzoïne *o*-carbonique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Inoculation pulmonaire des virus typhiques et boutonneux* [1]. Note de M. **Paul Durand** et Mlle **Hélène Sparrow**.

Pour obtenir des quantités importantes de Rickettsias typhiques on peut recourir à trois techniques. Weigl infecte des Poux d'élevage par voie rectale; Zinsser inocule dans le péritoine des Rats dont il a diminué la résistance; divers expérimentateurs utilisent les cultures en présence de cellules en survie.

L'emploi du Pou, excellent *milieu* à la fois pour les Rickettsias du typhus historique et du typhus murin, exige un travail considérable d'un personnel très spécialisé; le Rat irradié ou benzolé ne convient guère qu'au typhus murin; pas plus que le Rat, les diverses méthodes de culture ne semblent pouvoir donner un rendement vraiment satisfaisant.

Bien qu'on admît un développement électif des Rickettsias au niveau des cellules endothéliales, on n'avait guère cherché à *cultiver* ces germes dans l'organe très riche en cellules endothéliales que constitue le poumon.

H. Sparrow et U. Lumbroso, inoculant par voie nasale les virus du typhus historique, puis du typhus murin, ont étudié l'infection générale qui en résultait. Okamoto a vu qu'après inoculation péritonéale de la Souris, le parenchyme pulmonaire contenait plus de cellules à Rickettsias que la rate ou le foie. Sous la direction d'Otto, Wohlrab a infecté des Souris par voie respiratoire et sous anesthésie à l'éther; il ne signale ni lésions pulmonaires ni abondance particulière des Rickettsias au niveau de ces lésions.

Castañeda a publié tout récemment que le typhus murin inoculé par voie nasale sous anesthésie légère à l'éther pouvait donner au Rat et à la souris une pneumonie caractérisée par un développement considérable de Rickettsias. Mêmes lésions se retrouvent chez le Lapin, mais les Rickettsias n'y abondent que si l'on a abaissé artificiellement la température de l'animal.

---

(7) *J. Amer. Chem. Soc.*, 56, 1934, p. 923.

(1) Document retiré du pli cacheté n° 11618, déposé le 30 octobre 1939, ouvert à la demande des auteurs le 4 mars 1940.

L'étude encore inédite de virus grippaux tunisiens, faite par l'un de nous sur la Souris et d'autres rongeurs voisins, nous a incités à appliquer la même technique aux virus typhiques, alors que nous ignorions entièrement les travaux de Castañeda.

En ce qui concerne le *typhus murin*, nos recherches confirment et précisent sur certains points celles de Castañeda.

L'animal de choix est la Souris blanche, inoculée par voie nasale et sous anesthésie à l'éther avec un matériel aussi virulent que possible. Les souches Zinsser ou Virus murin 1 de Tunis (isolé par Sparrow) sous forme de vaginales de Rat ou de Cobaye, tuent dès le début la plupart des animaux en 3 à 6 jours avec une hypothermie progressive. Les poumons sont atteints en totalité, ou presque, d'hépatisation hémorragique, macroscopiquement semblable à celle de la grippe. Si l'on fait des passages en inoculant de la même façon une dilution à 1 pour 10 ou 1 pour 100 de ces poumons, les Souris meurent en 40 à 96 heures, et les frottis pulmonaires montrent des quantités énormes de Rickettsias extracellulaires (probablement par éclatement des cellules). La virulence de ce matériel n'a pas été exactement précisée : un millionième de poumon inoculé dans le péritoine donne au Rat un typhus sévère après 5 jours d'incubation, un dix-millième le tue. Par broyage suivi de centrifugations fractionnées, il est facile d'obtenir avec les poumons d'une Souris 10 à 20^{cm^3} d'une émulsion de Rickettsias à peu près libérées de débris cellulaires et ayant l'opacité d'une dilution à un milliard par centimètre cube de bacilles d'Eberth.

Si l'on inocule la Souris avec des doses plus faibles, on obtient des lésions pulmonaires souvent aussi massives, mais moins riches en Rickettsias. Le Rat et surtout le Lapin nous ont donné des résultats inférieurs à ceux de la Souris.

Le *typhus historique*, que Castañeda ne semble pas avoir utilisé, donne des lésions nulles ou peu intéressantes lorsqu'il est inoculé sous forme d'émulsions d'organes de Cobaye infecté. Par contre le produit de broyage de l'intestin d'un ou deux Poux tue les Souris en trois jours, les passages ultérieurs donnant la mort souvent en moins de 40 heures. Les lésions pulmonaires sont aussi intenses et aussi riches en Rickettsias que celles que provoque le typhus murin.

La souris grise domestique, la souris des champs (*Mus spretus*), le Rat rayé (*Mus barbarus*) se comportent comme la Souris; la Gerboise et la Gerbille à peu près de même, mais ce dernier animal présente une phase fébrile nette avant l'hypothermie terminale. Quand l'on passe au Mérion, au

Rat blanc et au Cobaye, les lésions deviennent de moins en moins massives, les Rickettsias de plus en plus rares.

Le Lapin, même après anesthésie prolongée abaissant sa température, donne des lésions pulmonaires intenses et virulentes, mais peu riches en Rickettsias.

Avec les deux variétés de typhus, les frottis ne permettent de trouver facilement des Rickettsias qu'au niveau du parenchyme pulmonaire ou de la plèvre; cependant le cerveau et la rate des Souris sont virulents.

Le *virus boutonneux*, avec la même technique, se comporte de façon analogue chez la Souris et le Mérion. Il est probable qu'il en serait de même avec les autres virus exanthématiques.

En résumé, l'inoculation sous anesthésie de virus typhique murin ou historique ou de virus boutonneux par voie respiratoire permet d'obtenir chez la souris et quelques autres rongeurs des lésions pulmonaires massives et un développement local extrêmement abondant de Rickettsias. Cette technique permet de se procurer dans des conditions satisfaisantes des émulsions très riches de ces germes.

La séance est levée à 15h45m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 15 janvier 1940.)

Note de M. *Joseph Bethenod*, Sur le tube électronique à modulation de vitesse :

Page 104, formule (5), le second crochet doit manifestement être reporté après le terme en cosinus, de façon qu'on lise

$$i = i_0 \left[1 + \frac{\omega \delta}{v_0} \cos \omega \left(t - \frac{x}{v_0} \right) \right], \quad (5)$$

(Séance du 19 février 1940.)

Note de M. *Henri-Deslandres*, Propriétés communes aux molécules hydrogénées :

Page 281, lignes 5 et 6, *au lieu de* est un polymère de celle du gaz, *lire* est celle d'un polymère du gaz.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de février 1940.

Université libre de Bruxelles. *La situation de l'Université pendant la CV^e année académique*, par Paul Huysmans. Bruxelles, Édition de l'Université, 1939; 1 fasc. 24^{cm},5.

Nouvelle collection scientifique. *Petite histoire de la géodésie. Comment l'homme a mesuré et pesé la Terre*, par Georges Perrier. Paris, Les Presses Universitaires, 1939; 1 vol. 19^{cm}.

R. Università degli studi di Pavia. *Commemorazioni Spallanzaniane* 11-14 april 1939-XVII. Vol. I. *Atti ufficiali.* Pavia, Tipografia gia Cooperativa, 1939-XVII; 1 vol. 25^{cm}.

Id. *I grandi maestri dell' Ateneo Pavese*. Pavia, Stamperia Universitaria Pavese Edizioni Ristampe, 1939-XVII; 1 vol. 25^{cm}.

Les grandes pages de la science. *Réaumur*, *Morceaux choisis*, par Jean Torlais. Paris, Gallimard, 1939; 1 vol. 20^{cm}.

Georges Friedel (1865-1933). Berger-Levrault, 1939; 1 vol. 25^{cm} (présenté par M. F. Grandjean).

Address of the President Sir William Bragg, O. M., at the Anniversary Meeting, 30 novembre 1939. Extrait des *Proceedings of the Royal Society of London*. Series A. n° 954. Cambridge, University Press, 1939; 1 fasc. 25^{cm},5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de Pâques la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 27 mars au lieu du lundi 25.

MINÉRALOGIE. — *Les modifications minéralogiques secondaires du gisement de phlogopite de Volonandrongo (Ouest du massif central de Madagascar).* Note de M. **Alfred Lacroix**.

Des gisements de phlogopite ne se trouvent pas seulement dans l'Extrême-Sud de Madagascar. Il en existe, au moins un, dans la partie occidentale du massif central de l'île, dans la région de Volonandrongo, à l'ouest-nord-ouest de Laondany, où a été découvert le premier gîte de ce genre dans la colonie. C'est son exploitation (1), en 1912, qui a appelé l'attention sur ce mica et contribué à la découverte des gisements du Sud.

Cette région de Madagascar est en partie formée par la série schisto-quartzo-calcaire (elle y est pauvre en calcaire), par des intrusions granitiques et quelques orthogneiss. Sous cinq à six mètres de latérite, les travaux entrepris à Volonandrongo ont mis à découvert une série cristallophyllienne redressée verticalement, formée de bancs de quartzites à sillimanite, d'orthogneiss, de lamboanite, d'amphibolite albitique et enfin d'un banc de *pyroxénite*. Il est traversé par un dyke de dissogénite et

(1) Elle a été éphémère; les excavations, en parties éboulées ou comblées par des déblais, sont actuellement envahies par la végétation et sont inabordables.

un d'aplite oligoclasique. A leur intersection, et dans un rayon d'une quinzaine de mètres, la pyroxénite est sillonnée de veines de *phlogopite* n'ayant parfois que quelques centimètres d'épaisseur, mais, avec des renflements qui atteignent 2 mètres de puissance. Le découvert est compris dans un rectangle mesurant 300 m × 200. L'exploitation, étant restée superficielle, n'a pas atteint la zone intacte. Je ne crois pas qu'on y ait rencontré de calcite, mais l'exemple des gisements de l'Extrême-Sud ne laisse pas de doute sur l'origine des cavités qui doivent être dues à la dissolution de ce minéral.

La pyroxénite est formée de *diopside*, d'un gris verdâtre, renfermant moins d'alumine que celui du Sud; il est localement accompagné de lamelles de *phlogopite* et d'une wernérite, plus sodique que celle des gisements méridionaux; c'est un *dipyre*. Au voisinage des veines de phlogopite, ce pyroxène et le dipyre prennent de grandes dimensions; un cristal de ce dernier, qui a été étudié, ne mesure pas moins de 42 cm × 18.

Les minéraux accessoires paraissent être peu nombreux (*apatite*, *sphène*, *molybdénite*) et peu abondants.

De cette brève description il résulte que le gisement de Volonandrongo est du même type que ceux de l'Extrême-Sud, mais il n'y existe aucune des transformations minéralogiques décrites dans une Note précédente ([2]), peut-être parce que la zone phréatique n'a pas été atteinte par l'exploitation. Par contre, ces particularités minéralogiques secondaires qui vont être étudiées lui sont spéciales et ont été effectuées dans des conditions tout à fait différentes. Elles ont été produites exclusivement aux dépens du pyroxène et du dipyre.

Pas plus que dans l'Extrême-Sud, le pyroxène n'est ouralitisé, c'est-à-dire transformé en amphibole formée sur place. Souvent il a été fissuré, puis égréné et a disparu peu à peu, en laissant à peu près vides des moulages, où quelques débris subsistent parfois et permettent de constater qu'il a été chimiquement détruit, sans formation de minéraux nouveaux. Il semble bien cependant que c'est lui qui a fourni au moins une partie de la magnésie à des amphiboles (actinote et trémolite), aussi pauvres que lui en alumine; elles sont assez abondantes, mais ont cristallisé indépendamment du minéral initial.

L'*actinote* se trouve en baguettes ou en aiguilles constituant des groupes bacillaires, qui ont jusqu'à 10 cm de longueur ou forment des paquets plus ou moins volumineux; elle se présente aussi sous la forme *byssolite*, dont les très petites aiguilles, d'un vert pâle, extrêmement fines et fragiles,

---

([2]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 353.

sont nichées dans toutes les cavités des minéraux suivants. La *trémolite*, en baguettes bacillaires fort longues, ou en cristaux plus petits, enchevêtrés, enveloppe des cristaux de pyroxène qui, une fois détruits, laissent des moulages vides. Enfin de l'*asbeste*, en fibres blanches, flexibles, forme parfois des pinceaux implantés sur les faces du sommet de ces cristaux et orientés sur eux; ils se perdent ensuite dans des agrégats cotonneux remplissant les intervalles d'autres minéraux.

Bien qu'il soit possible de trouver dans ce gisement du *dipyre*, à l'état intact, la plus grande partie de ce minéral a été entièrement remplacée par de l'*albite*, blanche, grenue; tel est le cas du gros cristal de 42 cm de longueur signalé plus haut, lardé de cavités ayant la forme du diopside disparu.

Les fissures de la pyroxénite sont remplies par une albitite de même structure et de même composition que cette pseudomorphose, mais, par places, l'albite a été seulement déposée sur leurs parois, et l'on voit alors, sur de larges surfaces, une sorte de tapis de cristaux de ce feldspath, d'un blanc laiteux, légèrement verdâtre ou rosé, de plusieurs centimètres; ils sont pauvres en faces (p, a^1, g^1, m, t) et résultent de l'empilement, imparfaitement parallèle, de nombreux individus à macles polysynthétiques; ils rappellent l'aspect de l'*olafite* de Snarum, en Norvège.

L'intérêt principal, qui rendra célèbre ce gisement de Volonandrongo, se concentre sur des groupements intimes de *clinozoïsite* et d'*épidote*, pauvres en fer, de couleurs pâles, jaune, rosée ou d'un vert clair, se trouvant parfois réunies dans un même groupe de cristaux. L'examen microscopique y montre des macles polysynthétiques suivant h^1, extrêmement nombreuses.

Ces groupements ont la forme de baguettes de quelques centimètres de longueur, entrecroisées les unes avec les autres, en laissant entre elles de nombreux vides. Elles forment aussi des masses bacillaires ou flabelliformes dont les constituants atteignent plus de 10 cm de longueur.

Ces épidotes sont les derniers minéraux formés; elles enveloppent souvent de gros cristaux de phlogopite et de pyroxène de leurs baguettes, couchées à plat, sans ordre, sur les faces de ces minéraux; quand ceux-ci ont disparu, ils laissent une périmorphose épidotique cloisonnée, à surface lisse et brillante.

Des pseudomorphoses de wernérite en albite et épidote d'Arendal et de Snarum ont été décrites jadis par divers minéralogistes, l'albite ou l'épidote étant localisées, l'une au centre du cristal, et l'autre à sa périphérie. Il n'en

est pas ainsi dans le gisement que nous étudions, le dipyre a été entièrement albitisé, mais une certaine quantité de soude a été transportée en dehors du minéral originel pour constituer les cristaux drusiques d'albite.

La chaux du dipyre et sans doute aussi celle du diopside détruit a été entraînée plus ou moins loin pour constituer des épidotes qui ne sont pas associées à de l'albite; leur pauvreté en fer s'explique par la pauvreté du pyroxène en cet élément.

Fort intéressante est la présence d'une *tourmaline* magnésienne d'un brun noir, dont les cristaux, mesurant jusqu'à 8 ou 9 cm de diamètre, ne sont pas limités par des formes géométriques, car ils ont cristallisé dans un milieu déjà en partie occupé par tous les minéraux précédents. Elle englobe pœcilitiquement ou forme avec eux une association micrographique, où elle joue le rôle du quartz dans les pegmatites graphiques de granite.

Enfin le dernier minéral à signaler est la *heulandite* dont les cristaux (g^1, o^1, a^1, m) incolores et limpides n'ont pas plus de 5 mm et sont souvent extrêmement petits; ils tapissent un grand nombre de cavités et en remplissent complètement d'autres; ils sont quelquefois comme suspendus à des aiguilles de byssolite ou de clinozoïsite.

Cet ensemble de minéraux secondaires rappelle, dans une certaine mesure, celui des fentes des schistes cristallins basiques des Alpes, mais ici il est possible de préciser nettement d'où proviennent des éléments chimiques ayant constitué les minéraux néogènes.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler que l'albite, les épidotes et les amphiboles sont caractéristiques du niveau moyen des schistes cristallins, alors que les minéraux du gisement primaire ont été certainement formés à une plus grande profondeur, et, par suite, à une température supérieure.

La présence de la tourmaline, postérieure aux autres minéraux, fait penser à une intervention magmatique. Enfin l'apparition de la heulandite est le dernier acte du drame, terminé à une température de plus en plus basse.

Si, à Volonandrongo, il n'a été observé aucune transformation imputable aux réactions de la zone phréatique, il faut signaler une production minéralogique tout à fait superficielle, décelée par des blocs d'une opale laiteuse (cacholong), quelquefois concrétionnée, et d'une opale translucide colorée par de fines aiguilles d'actinote. Elle englobe des fragments anguleux de tous les minéraux cités dans cette Note, à l'exception de la

heulandite. Leur état de conservation est tel qu'on ne peut admettre que cette opale ait été formée à leurs dépens. Il est vraisemblable que son origine est due au lavage de la latérite superficielle par les eaux vadoses, car celle-ci renferme, avec une certaine abondance, des tubes creux d'opale qui sont des moules de racines de végétaux.

M. **G. Bertrand** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé 25e *Anniversaire de la* Société de Chimie biologique (1914-1939), édité par René Fabre et René Truhaut.

M. **Léon Guillet** présente les deux Volumes constituant le Tome II de son Traité sur *Les métaux légers et leurs alliages.*

Le premier de ces Volumes est consacré à l'étude théorique des alliages d'aluminium, à leur traitement et à leurs propriétés industrielles.

Le deuxième Volume est consacré à l'emploi des alliages légers d'aluminium, à la constitution, aux propriétés et aux emplois d'alliages lourds d'aluminium, aux alliages de magnésium, aux alliages de glucinium et, enfin, aux alliages de métaux alcalins et alcalino-terreux.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE GÉNÉRALE. — *Sur une représentation des fonctions abstraites continues.* Note de M. **Ky Fan**, présentée par M. Jacques Hadamard.

I. Nous appellerons *fonction abstraite* toute transformation ponctuelle $X = F(x)$ d'un point x d'un espace abstrait en un point X d'un espace abstrait. Pour généraliser le théorème de Weierstrass sur la représentation d'une fonction continue par une limite de polynomes, M. Fréchet a introduit la notion de *fonctions abstraites d'ordres entiers* (1), qui sont la généralisation directe des polynomes. Il a envisagé une certaine catégorie d'espaces qu'il a appelée *la catégorie* T. Ce sont les espaces distanciés affines satisfaisant à quatre conditions supplémentaires 1°-4°, qu'on trouvera dans un Mémoire de M. Fréchet (2). Pour toute fonction

(1) *Journ. de Math.*, 8, 1929, p. 71-92.

(2) *Bull. Calcutta Math. Soc.*, 20, 1930, p. 185-192.

abstraite continue $X = F(x)$, dont les variables x et X restent dans deux espaces de la catégorie T, il a donné une représentation de $F(x)$ par une limite triple de fonctions abstraites d'ordres entiers. Et il a proposé de chercher à obtenir un énoncé plus rapproché de celui de Weierstrass en remplaçant la triple limite par une simple limite et en précisant les conditions de convergence uniforme. Le but de cette Note est principalement de donner une solution de la question ainsi posée par M. Fréchet en remplaçant la catégorie T par une catégorie plus restreinte T'. Cependant, même en restant dans la catégorie T, on peut déjà remplacer la triple limite, comme nous allons le montrer, par une double limite, et dans un cas particulier par une simple limite.

II. Dans un espace de la catégorie T, nous appellerons *ensemble borné* tout ensemble de points dont les coordonnées de rang n sont bornées, quel que soit n, les bornes pouvant d'ailleurs varier avec n. Nous avons d'abord la proposition suivante :

Soient $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$ *deux espaces de la catégorie* T *et* D *un ensemble borné et fermé de points de* $\mathcal{E}_1$. *Toute fonction abstraite* $X = F(x)$ *qui transforme chaque point* x *de* D *en un point* X *de* $\mathcal{E}_2$ *et qui est continue sur* D, *peut être représentée sur* D, *sous la forme* $X = \lim_{m \to \infty} \lim_{n \to \infty} Q_{m,n}(x)$ *d'une limite double de fonctions abstraites* $Q_{m,n}(x)$ *qui sont définies sur tout l'espace* $\mathcal{E}_1$ *et d'ordres entiers. Dans le cas particulier, où* $\mathcal{E}_2$ *est l'espace euclidien linéaire* [*c'est-à-dire* $F(x)$ *est une fonctionnelle numérique*], *la limite double peut être remplacée par une limite simple.*

III. Pour remplacer la limite double par une limite simple et pour étudier l'uniformité de la convergence, nous imposerons aux espaces considérés, au lieu de la condition 3° de M. Fréchet, la condition plus commode :

3° *bis*. Les coordonnées $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n, \ldots$ du point x étant des fonctionnelles de ce point : $x_n = a_n(x)$, on suppose que ces fonctionnelles sont continues et additives au sens restreint, c'est-à-dire

$$a_n(x + y) = a_n(x) + a_n(y).$$

Nous imposerons, en outre, et surtout, une nouvelle condition :

5° En posant $x^{(n)} = x_0 e_0^n + x_1 e_1^n + \ldots + x_n e_n^n$ (e_i^k étant les points fixes considérés dans la condition 4° de M. Fréchet), on a l'inégalité $(o, x^{(n)}) \leqq (o, x)$ entre les distances (où o est le point d'origine de l'espace), quel que soit n et quel que soit le point $x = (x_0, x_1, \ldots, x_n, \ldots)$.

La catégorie d'espaces distanciés affines satisfaisant aux conditions 1°, 2°, 4° de M. Fréchet et 3° *bis*, 5° sera appelée *la catégorie* T'.

THÉORÈME. — *Soient* $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$ *deux espaces de la catégorie* T′ *et* C *un ensemble compact et fermé de points de* $\mathcal{E}_1$. *Toute fonction abstraite* $X = F(x)$ *qui transforme chaque point* x *de* C *en un point* X *de* $\mathcal{E}_2$ *et qui est continue sur* C, *peut être représentée sur* C, *sous la forme*

$$X = \lim_{n \to \infty} P_n(x),$$

d'une limite de fonctions abstraites $P_n(x)$ *qui sont définies sur tout l'espace* $\mathcal{E}_1$ *et d'ordres entiers. Et la convergence est uniforme dans* C.

En particulier, on peut appliquer ce théorème aux fonctionnelles définies et continues sur un ensemble C compact et fermé d'un espace de la catégorie T′. On en conclut, grâce à une généralisation du théorème de Baire [3] : *Toute fonctionnelle qui est définie et semi-continue supérieurement sur* C *peut être représentée sur* C, *comme la limite d'une suite constamment décroissante de fonctionnelles d'ordres entiers.*

IV. La définition de *la catégorie* T′ peut paraître complexe, mais pour en justifier la considération, il suffit d'observer qu'*elle comprend, outre l'espace euclidien, beaucoup d'espaces fonctionnels importants*, soit en Analyse, soit en Topologie, et dont nous allons citer quelques-uns [4] : espace (C) des fonctions continues, espace (Ω) de Hilbert, espace (Ω_1) des fonctions de carrés sommables, espace (E_ω) de M. Fréchet, espace (S) des séries convergentes, espace (A) des séries absolument convergentes et espace (R) où chaque point a un nombre fini non borné de coordonnées.

Notre théorème restera vrai, si l'on suppose C seulement compact (*fermé ou non*) et F(x) définie et continue sur tout l'espace $\mathcal{E}_1$ (au lieu de C). Après cette modification, notre théorème devient, pour le cas des fonctionnelles continues sur l'espace (C), celui de M. Fréchet [5], bien connu en Calcul fonctionnel.

FONCTIONS D'UNE VARIABLE RÉELLE. — *Sur les maxima des dérivées successives d'une fonction.* Note [1] de M. **HENRI CARTAN**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Une suite de quantités $A_n (0 < A_n \leq +\infty)$ étant donnée, une fonction $f(x)$ indéfiniment dérivable sur un intervalle I appartient à la

(3) F. HAUSDORFF, *Math. Zeitschrift*, 5, 1919, p. 292.

(4) On trouvera les définitions des espaces que nous citons ici dans l'Ouvrage de M. Fréchet, *Les Espaces abstraits*, Paris, 1928, p. 76-91.

(5) *Ann. scien. École Normale sup.*, 3e série, 27, 1910, p. 193-216.

(1) Séance du 11 mars 1940.

classe $\{A_n\}_I$ si, pour tout $x_0 \in I$, il existe un voisinage $V(x_0)$ et un nombre fini $\lambda > 0$ tel que les inégalités

$$|f^{(n)}(x)| \leqq \lambda^n A_n \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

aient lieu en tout point x qui appartient à I et à $V(x_0)$.

S. Mandelbrojt et moi-même (²) avons résolu, pour un intervalle *fini* I, le problème posé par Carleman : à quelles conditions doivent satisfaire deux suites A_n et B_n pour que la classe $\{A_n\}_I$ soit contenue dans la classe $\{B_n\}_I$? Il y a une solution pour le cas où I est ouvert, une autre lorsque I est fermé ou semi-ouvert. Or on peut simplifier une partie de l'exposé et obtenir un résultat plus précis : le théorème ci-après (§ 3) fournit les conditions auxquelles doivent satisfaire des nombres A_n pour qu'il existe une $f(x)$ indéfiniment dérivable dont les dérivées successives aient des maxima qui soient *exactement* de l'ordre de A_n pour chaque entier n.

2. Rappelons d'abord les deux procédés de régularisation qui servent à résoudre le problème de Carleman. Supposons *une fois pour toutes* qu'il existe une infinité de $A_n < +\infty$. Posons, pour $r \geqq 1$,

$$S(r) = \max_{n \leqq r} \frac{r^n}{A_n}, \qquad U(r) = \max_{n \leqq r} \frac{r^{2n}}{n^n A_n}.$$

Les suites régularisées A_n^0 et A_n^f ($A_n^0 < +\infty$, $A_n^f < +\infty$ pour tout n) sont définies par

$$(1) \qquad A_n^0 = \overline{\text{borne}}_{r \geqq n} \frac{r^n}{S(r)}, \qquad n^n A_n^f = \overline{\text{borne}}_{r \geqq n} \frac{r^{2n}}{U(r)}.$$

Cela posé, bornons-nous au cas d'une $f(x)$ sur l'intervalle $-1 \leqq x \leqq +1$. *Les inégalités*

$$|f^{(n)}(x)| \leqq \lambda^n A_n \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

entraînent (³), *pour tout* n,

$$(2) \qquad |f^{(n)}(0)| \leqq 2e^n \lambda^n A_n^0, \qquad |f^{(n)}(x)| \leqq 2[e(1+e^2)]^n \lambda^n A_n^f$$

(e désigne la base des logarithmes népériens).

3. Voici le résultat nouveau (⁴) qui prouve que les inégalités (2) ne peuvent pas être améliorées, à la valeur près des constantes.

(²) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 555 et 716. Voir aussi un Mémoire détaillé qui paraîtra incessamment dans les *Acta Mathematica* sous les noms de S. Mandelbrojt et H. Cartan.

(³) Voir le mémoire des *Acta Mathematica* cité ci-dessous (§§ 2 et 3).

(⁴) Comparer ce résultat à celui obtenu par A. Gorny pour le cas des fonctions dont les dérivées sont bornées sur l'intervalle $(-\infty, +\infty)$ (*Thèse*, Paris, 1940, et *Acta Mathematica*, **71**, 1939, p. 317-358; voir p. 330-335).

THÉORÈME. — *Quelle que soit la suite* A_n, *il existe une* $f(x)$ *qui appartient à la classe* $\{A_n^0\}$ *sur l'intervalle* $-1 < x < +1$, *et dont les dérivées satisfont aux inégalités*

$$|f^{(n)}(0)| \geqq \mu^n A_n^0 \qquad (\text{pour } n = 1, 2, \ldots),$$

μ *étant un nombre positif convenable. De même, il existe une* $g(x)$ *qui appartient à la classe* $\{A_n^f\}$ *sur l'intervalle* $-1 \leqq x \leqq +1$, *et dont les dérivées satisfont aux inégalités*

$$|g^{(n)}(1)| \geqq \nu^n A_n^f \qquad (\text{pour } n = 1, 2, \ldots),$$

ν *étant un nombre positif convenable.*

La construction de ces deux fonctions est *automatique* : lorsque la suite A_n est donnée, les fonctions $S(r)$ et $U(r)$ sont connues et fournissent les coefficients de deux séries de polynomes de Tchebycheff répondant à la question. Rappelons quelques propriétés des polynomes

$$T_n(x) = \cos(n \arccos x).$$

Désignons par $E(q)$ la partie entière d'une quantité $q > 0$, et posons

$$Z_n(x) = (-1)^{E\left(\frac{n}{2}\right)} T_n(x) + (-1)^{E\left(\frac{n-1}{2}\right)} T_{n-1}(x).$$

Pour tout entier $p \leqq n$, on a

(3) $$T_n^{(p)}(1) \geqq \left(\frac{1}{2ep}\right)^p n^{2p}, \qquad (-1)^{E\left(\frac{p}{2}\right)} Z_n^{(p)}(0) \geqq \left(\frac{n}{e}\right)^p,$$

(4) $$|T_n^{(p)}(x)| \leqq \left(\frac{e}{2p}\right)^p n^{2p} \quad \text{pour } -1 \leqq x \leqq -1,$$

(5) $$|Z_n^{(p)}(x)| \leqq K^p n^p \quad \text{pour } -\alpha \leqq x \leqq +\alpha \quad (\alpha < 1, \text{ K dépend de } \alpha).$$

Cela étant rappelé, on déduit facilement de (1), pour chaque entier n, l'existence de deux entiers $h_n \geqq n$ et $k_n \geqq n$ tels que

(6) $$\frac{(h_n)^n}{S(h_n)} \geqq \frac{1}{e} A_n^0, \qquad \frac{(k_n)^n}{U(k_n)} \geqq \frac{1}{e^2} n^n A_n^f.$$

On prend alors

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{Z_{h_n}(x)}{S(h_n)}, \qquad g(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \frac{T_{k_n}(x)}{U(k_n)}.$$

Les inégalités (4) et (5), combinées avec (1), donnent

(7) $$|f^{(p)}(x)| \leqq K^p A_p^0 \quad \text{pour } -\alpha \leqq x \leqq +\alpha, \qquad |g^{(p)}(x)| \leqq \left(\frac{e}{2}\right)^p A_p^f \quad \text{pour } -1 \leqq x \leqq +1.$$

Pour minorer $|f^{(p)}(0)|$ et $|g^{(p)}(1)|$, on remarque que, les termes des séries

dérivées étant tous *de même signe*, la valeur absolue de leur somme est au moins égale à la valeur absolue du terme dont le rang n est égal à p; d'où, en vertu de (3) et (6),

$$(8) \qquad |f^{(p)}(0)| \geqq \left(\frac{1}{2e}\right)^p \frac{1}{e} A_p^0, \qquad |g^{(p)}(1)| \geqq \left(\frac{1}{4e}\right)^p \frac{1}{e^2} A_p^1.$$

Les inégalités (7) et (8) démontrent le théorème en précisant numériquement les constantes qui y figurent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la répulsion apparente de diffusions antagonistes de nitrate d'argent, dans la gélatine pure et dans la gélatine bichromatée.* Note (1) de Mlle **Suzanne Veil**, présentée par M. Charles Mauguin.

Lorsque deux gouttes d'une même solution de nitrate d'argent diffusent sur une même couche de gélatine, à proximité l'une de l'autre, les auréoles en présence manifestent une répulsion apparente, accusée sur la ligne des centres par une lacune dans laquelle le gel a conservé sa transparence. On observe grossièrement, jusqu'à une certaine limite, un accroissement de la largeur de la lacune avec la distance des gouttes. Les frontières de la lacune, toutefois, sont trop estompées pour permettre des estimations quantitatives.

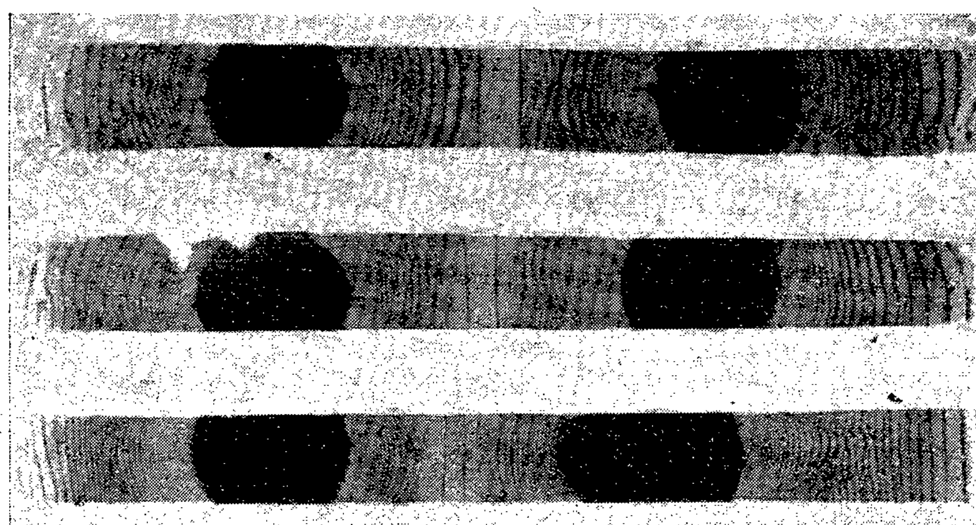
Il n'en est plus de même lorsqu'à la gélatine pure on substitue la gélatine bichromatée. Les gouttes de nitrate d'argent deviennent l'origine d'anneaux de Liesegang, laissant entre leurs domaines respectifs un intervalle, assimilé par Raman et Subba Ramaïah (2) à un *espace mort d'interférence*. On remarque cependant que la lacune entre tapis secondaires, se trouve bordée, de part et d'autre, d'une ligne rouge plus ou moins fine. L'étude systématique de la distance mutuelle de ces deux lignes frontières, en fonction de la distance des bords inférieurs des gouttes, a fait l'objet de la présente recherche.

Mode opératoire. — Il est commode, pour des estimations quantitatives, de s'adresser non pas à des anneaux circulaires, mais à des formations rectilignes, condition que l'on réalise approximativement en provoquant les diffusions à comparer dans des bandes étroites et distinctes d'une même couche de gel. La gélatine bichromatée, coulée sur plaque de verre, est,

(1) Séance du 11 mars 1940.

(2) *Proc. Indian Acad. Sc.*, 9, A, 1939, p. 455.

après prise, sectionnée en bandes parallèles, d'une largeur de l'ordre du centimètre. Dans chacune des bandes, on confronte, à des distances variables, des gouttes de nitrate d'argent aussi semblables que possible (voir la fig.). L'emplacement propre des gouttes étant visible sans ambiguïté



Lacune entre systèmes de Liesegang antagonistes.

au revers de la préparation (côté verre), on mesure, en fonction de la distance de leurs bords intérieurs, la largeur de la lacune.

Les résultats d'une telle étude sont groupés dans le tableau ci-dessous.

D (en cm)......	3,2	2,9	2,6	2,2	1,9	1,8	1,7	0,9
λ (en cm.10^{-4}).	3514	3360	2332	1620	1160	708	920	358
$D/\sqrt{\lambda}$.........	54,2	50,2	53,9	54,9	55,9	67,8	48,5	47,7

D, distance des bords intérieurs des gouttes; λ, largeur de la lacune.

Pour des gouttes en proximité relative, la croissance de la largeur de la lacune est d'abord assez voisine de celle du carré de la distance des bords intérieurs des gouttes; elle se ralentit, puis s'arrête dès que cette distance s'approche suffisamment de la somme des rayons des auréoles en extension libre, après quoi les estimations se montrent irrégulières jusqu'à l'évanouissement final des lignes frontières.

Il est intéressant de noter la non-indépendance vraisemblable des phénomènes qui se produisent dans la gélatine bichromatée et de ceux observés déjà dans la gélatine pure pour le nitrate d'argent, en dehors de toute précipitation de chromate. Dans le cas de la gélatine bichromatée, la formation des lignes frontières serait à regarder comme liée à l'immobilisation du nitrate d'argent en diffusion et à son accumulation subséquente, manière de voir d'accord avec les idées de Subba Ramaïah (*op. cit.*, p. 467) sur la genèse de la périodicité secondaire de Liesegang.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la phosphonitrilamide de magnésium et l'existence dans la série du phosphore de composés analogues aux cyanamides.* Note de MM. **Henri Moureu** et **Georges Wetroff**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons déjà eu l'occasion de faire ressortir les analogies qui existent entre le radical phosphonitrile PN et le radical cyanogène CN ainsi que les ressemblances que présentent leurs dérivés, en particulier les halogénures (¹).

Néanmoins, si l'on compare les deux séries de composés du phosphonitrile et du cyanogène, on constate qu'il n'y a encore aucun dérivé phosphonitrilé connu correspondant aux cyanures ou aux cyanamides. Or l'existence de tels composés a une grande importance, car elle est liée au caractère amphotère que doit normalement présenter le radical PN. Nous venons de combler en partie cette lacune en isolant la phosphonitrilamide de magnésium PN^3Mg^2, analogue à la cyanamide de magnésium CN^2Mg.

Si l'on chauffe sous pression réduite un mélange de pentanitrure de phosphore P^3N^5 avec du magnésium finement divisé, il se produit aux environs du point de fusion du métal une réaction explosive.

D'après Stock et Hoffmann (²) le pentanitrure de phosphore serait détruit avec formation de phosphure de magnésium, mais en réalité la réaction est plus complexe. En utilisant le magnésium à l'état compact on diminue la violence de la réaction, dont le début, vers 500°, ne se manifeste plus alors que par un lent dégagement d'azote; on achève la transformation en élevant très progressivement la température jusqu'à 810°C.

A la fin de l'expérience, on observe l'existence, dans les parties froides de l'appareil, de phosphure de magnésium ayant plus ou moins réagi avec la porcelaine, et qui se trouve mélangé au métal en excès qui a distillé hors de la nacelle. La quantité d'azote recueilli correspond à un peu plus du dixième de l'azote total du pentanitrure de phosphore, et le bilan de la

(¹) H. Moureu et G. Wetroff, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 51; **207**, 1938, p. 915.

(²) *Ber. d. chem. Ges.*, 36, 1903, p. 314.

réaction montre qu'elle a lieu suivant l'équation



$$4P^3N^5 + 21\,Mg = 6PN^3Mg^2 + N^2 + 3P^2Mg^3,$$

avec transformation de la moitié du phosphore présent en phosphonitrilamide de magnésium qui est le produit restant dans la nacelle.

C'est une poudre jaunâtre, stable à l'air, ne se décomposant pas à 900° même sous une pression de 1/10ᵉ de millimètre de mercure. Elle présente un spectre simple aux rayons X.

L'analyse faite en solubilisant cette substance par l'acide sulfurique concentré et chaud a donné les résultats suivants :

	Phosphore.	Azote.	Magnésium.	Rapport.
Trouvé............	24,9	30,5	39,4	$PN^{2,75}Mg^2$
Calculé..........	25,5	34,5	40,0	PN^3Mg^2

Le déficit en azote peut être attribué à la présence de petites quantités d'oxygène dans le produit, pour les mêmes causes que celles que nous avons déjà exposées (3).

L'hydrolyse à froid de la phosphonitrilamide de magnésium se fait assez lentement, sans perte d'azote ni de phosphore, et sans formation de composés gazeux tels que l'hydrure de phosphore PH^3 ou l'ammoniac. Il reste en solution un corps qu'on peut faire cristalliser et qui n'est pas un phosphate, tandis qu'il se dépose un précipité entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique. La chimie des composés hydratés renfermant simultanément du phosphore et de l'azote étant très complexe, nous n'avons pas encore identifié les produits obtenus et une étude ultérieure est nécessaire.

Bien plus simple est l'action du chlore. Chauffée vers 700° dans un courant de chlore, la phosphonitrilamide de magnésium réagit en donnant naissance aux chlorures de phosphonitrile parmi lesquels prédomine le trimère. Ceux-ci viennent se condenser dans les parties froides de l'appareil, et l'on recueille dans la nacelle, sous forme de chlorure, la totalité du magnésium présent :



$$3PN^3Mg^2 + 9Cl^2 = (PNCl^2)^3 + 6MgCl^2 + 3N^2.$$

Cette réaction justifie le nom de phosphonitrilamide que nous avons

(3) H. Moureu et G. Wetroff, *Bull. Soc. Chim. France*, 4, 1937, p. 918 et 1389.

donné à cette substance, car elle démontre que c'est un dérivé du radical phosphonitrile PN.

Afin de généraliser le résultat obtenu avec le magnésium, nous avons essayé de préparer, par la même voie, la phosphonitrilamide de calcium.

La réaction, qui débute vers 200°C, est encore plus violente que celle qui a lieu avec le magnésium, et il est difficile d'éviter les projections hors de la nacelle. On n'isole pas la phosponitrilamide de calcium pure, car on l'obtient en mélange équimoléculaire avec le phosphure de calcium qui ne se sépare pas comme dans le cas précédent.

De ce fait l'hydrolyse du mélange conduit à un dégagement d'hydrure PH^3 en quantité correspondant au phosphure présent, c'est-à-dire à la moitié du phosphore total renfermé par le nitrure initial.

Ces premières recherches prouvent donc la possibilité d'existence d'une série de phosphonitrilamides analogues aux cyanamides.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques complexes dérivés de la diéthylènetriamine.* Note de M. **Paul Job** et Mlle **Jeanne Brigando**, présentée par M. Paul Lebeau.

On sait que les polyamines organiques ont, en général, dans les complexes métalliques, une coordinence égale au nombre de leurs fonctions basiques. L'un de nous a montré (1) que, contrairement à cette règle, l'éthylènediamine se substitue à l'ammoniac molécule pour molécule dans les complexes argentoamminés. Il signalait alors l'intérêt que présenterait à ce point de vue l'étude des polyamines.

On trouve actuellement dans le commerce un certain nombre de polyéthylèneamines. Nous avons utilisé la plus simple d'entre elles, la diéthylènetriamine, $NH^2—CH^2—CH^2—NH—CH^2—CH^2—NH^2$. Nous avons contrôlé sa composition par des dosages et son poids moléculaire par des mesures cryoscopiques dans le benzène; enfin nous avons vérifié par titrage électrométrique qu'elle possède trois fonctions basiques, dont deux sont assez fortes et la troisième très faible.

Nous nous proposions ensuite d'étudier à la fois les complexes parfaits fournis par cette amine avec le cobalt trivalent et les complexes imparfaits

(1) P. Job, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1066; *Annales de Chimie*, 9, 1928, p. 196.

qu'elle peut donner soit avec les sels cuivriques, soit avec les sels d'argent. Nos recherches ont été retardées par les événements; nous croyons utile d'indiquer dès maintenant les résultats, un peu fragmentaires, que nous avons obtenus.

1° *Complexe cobaltique.* — L'action à chaud de certaines bases organiques sur les solutions de chlorure chloropentammine donne naissance à des complexes du type hexammine. Cette méthode a permis à l'un de nous de préparer différents sels lutéo ([2]). Nous l'avons appliquée à la diéthylènetriamine. Le chlorure purpuréo s'y dissout avec dégagement d'ammoniac, et l'on obtient une liqueur rouge brunâtre, d'où l'alcool précipite un composé jaune. Les dosages d'hydrogène, de carbone, d'azote, de cobalt et de chlore assignent à ce sel la formule $Cl^3[Co(dien)^2]$ ([3]). Tout le chlore en est d'ailleurs précipitable à froid par l'azotate d'argent. Il s'agit bien d'un chlorure lutéo, où deux molécules de base remplacent les six molécules d'ammoniac : la diéthylènetriamine y est donc tricoordonnée.

2° *Complexes cuivriques.* — Nous avons étudié, par la méthode spectrophotométrique ([4]), les complexes formés par le sulfate de cuivre et la diéthylènetriamine, en solution aqueuse, complexes caractérisés par la coloration bleu intense habituelle. Les mélanges équimoléculaires ont une *composition maximum* correspondant à trois atomes de cuivre pour quatre molécules de base. Les mélanges non équimoléculaires étudiés, où le rapport des concentrations des deux constituants a varié de 2 à 20, ont donné pour la constante d'équilibre de la réaction des valeurs concordantes, dont la moyenne est d'environ $1,5.10^{-13}$ à température ordinaire. L'ion complexe formé a donc pour formule $[Cu^3(dien)^4]$, c'est-à-dire que la base remplace trois molécules d'ammoniac dans l'ion cupritétrammonique; ici encore elle est tricoordonnée.

3° *Sels d'argent.* — Les complexes argentoamminés ont été étudiés par la méthode des forces électromotrices décrite par l'un de nous ([5]). Les mesures, très concordantes, montrent la formation d'un ion diamminé $[Ag(dien)^2]^+$, avec une constante d'équilibre $K = 1,07 \times 10^{-8}$ à 22°. Comme l'éthylènediamine, la diéthylènetriamine est ici monocoordonnée,

---

([2]) J. Brigando, *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 1467.

([3]) En représentant par *dien* la molécule de diéthylènetriamine.

([4]) P. Job, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 204.

([5]) P. Job, *Annales de Chimie*, **9**, 1928. p. 166.

les stabilités des complexes formés par les deux bases étant presque identiques.

En résumé, malgré la différence de force entre les fonctions amine primaire et la fonction amine secondaire, la diéthylènetriamine obéit à la règle générale pour les complexes cobaltiques et cuivriques : sa coordinence est égale à trois. Au contraire, et comme l'éthylènediamine, elle se substitue à l'ammoniac molécule pour molécule dans les complexes argentiques en solution.

MINÉRALOGIE. — *Sur la photoluminescence des scheelites.* Note de M. **Marcel Servigne.**

La recherche fine de la plupart des terres rares peut être opérée en étudiant, à chaud, la photoluminescence de leur solution solide dans le tungstate normal de calcium (1).

Parmi les nombreuses applications possibles de ce procédé, il a paru intéressant de faire un examen systématique des scheelites appartenant à différents types de gisements. Ces minéraux sont principalement constitués par du tungstate normal de calcium. Ils se sont donc directement prêtés aux essais de spectrographie où ont été fixées, dans des conditions publiées, leurs émissions très proches infrarouges, visibles et proches ultraviolettes.

Dans le tableau des résultats ci-contre, les évaluations quantitatives ont été faites par appréciation de l'intensité relative des raies et bandes spectrales, toutes conditions d'expériences étant invariables. Il serait difficile de mieux préciser ces indications par l'application de la méthode de dosage déjà publiée (2), en raison de la grande complexité de la composition chimique et du mode de formation peu défini des échantillons examinés.

Il fut reconnu que les effets d'interaction entre les différents oxydes actifs étaient négligeables dans la plupart des cas.

En conclusion de ces résultats, on remarque d'abord la présence fréquente, en quantités prépondérantes, des oxydes de praséodyme, néodyme, samarium, gadolinium, dysprosium, conformément au mode de distri-

(1) M. Servigne, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 863; *Bull. Soc. Chimique de France*, 1939 (sous presse); *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 210.

(2) M. Servigne et E. Vassy, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1566.

bution de ces corps dans de nombreux minéraux. Les indications sur la rareté apparente de l'oxyde d'erbium peuvent être le résultat de l'application d'une méthode qui, à l'égard de ce corps, est moins sensible que

SCHEELITES EXAMINÉES.

	Pr.	Nd.	Sm.	Eu.	Gd.	Tb.	Dy.	Er.
I. *Gisements granitiques.*								
1. Région d'Ikalamavony (Madagascar)........	o		t. f	f		o	f	o
2. Kramat-Pulaï (Malaisie) (dans des filons de quartz et fluorine)......................	o		o	o		o	o	o
3. Golden-Valley (Transvaal)................	m		m	I		o	f	o
II. *Gisements stannifères.*								
4. Meymac (Corrèze)......................	T. I	T. I	I	m	I	o	I	m
5. Finlande..............................	m	o	t. f	o	o	o	o	o
6. Forbes-Reef (Swasieland)................	I		I	T. I		o	t. f	o
7. Zinnwald (Bohême)......................	I		T. I	o		o	I	o
III. *Gisements métallifères autres que l'étain.*								
8. Or : Brésil............................	m	I	T. I	T. I	T. I	m	T. I	m
9. Or : Waïpori-Otage (Nouvelle-Zélande)....	m	f	m	m	m	o	m	o
10. Cuivre : Traversella (Piémont)...........	I	T. I	T. I	t. f	m	o	m	t. f.
IV. *Autres gisements divers.*								
11. Saint-Lary (Hautes-Pyrénées)..............	f	o	m	o	o	o	m	o
12. Saint-Marcel (Domodossola), (proche filons quartz, pyrite, blende, galène)...........	m	I	I	o	o	o	m	t. f
13. Gangthal (Salzbourg).....................	I	m	T. I	I	I	t. f	I	m
14. Ambondrombe (Madagascar), (mica).......	o		f	o		o	o	o
15. Kouaoua (Nouvelle-Calédonie), (porphyrite).	t. f.	f	m	m	o	o	o	o

T. I, concentration de l'ordre du trois-millième;
I, » » dix-millième;
m, » » cent-millième;
f et t. f, concentration inférieure au cent-millième;
o, » » millionième.

pour les autres terres rares. Les oxydes de lanthane et de cérium accompagnent certainement les premiers cités, mais ils n'ont pas été notés, car ils ne se signalent pas assez spécifiquement dans les régions spectrales explorées.

La teneur des scheelites en *oxyde d'europium* donne lieu à des observations nouvelles. Dans certains de ces minéraux, tels que la scheelite de Traversella (Piémont) et celle de Meymac (Corrèze), l'europium est renfermé à l'état de très grande dilution, entre le samarium et le gadolinium mieux rassemblés. Par contre les scheelites de Forbes-Reef

(Swasieland), de Gangthal (Salzbourg) et du Brésil sont, du même point de vue, exceptionnelles. La concentration en oxyde d'europium, de l'ordre de 2/1000e, y est sensiblement égale à celle des oxydes de praséodyme et de samarium. A cet égard, les précédentes scheelites peuvent être rapprochées de certaines fluorines, strontianites et pyromorphites, ainsi que de pechblendes, à fortes teneurs en europium ([3]).

Parmi toutes les scheelites examinées, les plus riches en éléments rares sont celles de Salzbourg et du Brésil; leur teneur totale en ces éléments est de l'ordre du centième. Les scheelites de Madagascar (n°s 1 et 14) sont, par contre, pauvres. Signalons dans ces dernières la présence de molybdate de calcium, révélée par l'existence d'un maximum vers λ 5560 Å, sur le fond continu du spectre d'émission visible obtenu à 20°C.

En résumé, l'examen systématique précédent donne *de façon directe et immédiate* de nombreux détails sur la teneur des scheelites en éléments rares. Il complète à cet égard quelques résultats connus ([4]). Il permet aussi de signaler des points particuliers, tels que la *concentration remarquable de l'europium dans certains de ces minéraux*, ainsi que l'*utilité du test de luminescence pour la recherche assez fine du molybdate de calcium* dans le tungstate de calcium (0,16 % d'acide molybdique dans la scheelite n° 1 d'après l'analyse chimique).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la répartition géographique des points de chute de la foudre dans le département de l'Aveyron.* Note ([1]) de M. **Camille Dauzère**, transmise par M. Charles Camichel.

Les points de chute de la foudre sont nombreux dans le département de l'Aveyron. On peut distinguer trois zones dans leur répartition sur la carte, comme nous l'avons fait pour d'autres départements du Sud-Ouest ([2]).

I. *La zone à coups de foudre très rares* comprend :

([3]) G. Urbain, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, **18**, 1909, p. 356; K. Przibram, *Z. Phys.*, **102**, 1936, p. 345; V. M. Goldschmidt, *J. Chem. Soc.*, 1937, p. 664; J. K. Marsh, *Phil. Mag.*, 7e série, **7**, 1929, p. 1005.

([4]) A. de Rhoden, *Ann. de Ch.*, 9e série, **3**, 1915, p. 338; Frank R. van Horn, *Am. Mineralogist*, **15**, 1930, p. 461.

([1]) Séance du 11 mars 1940.

([2]) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1433; **208**, 1939, p. 114 et 1833; **209**, 1939, p. 896.

1° Les Plateaux des Causses, formés de calcaires et dolomies jurassiques; ils occupent de très vastes étendues dans le département : Causse de Sévérac, Causse Noir, Causse du Larzac au Sud-Est, Causse de Villeneuve à l'Ouest, Causse du Comtal au nord de Rodez.

2° Les Plateaux basaltiques, tels que celui de l'Aubrac, qui séparent les départements de l'Aveyron et du Cantal.

Calcaires et basaltes sont des roches à faible radioactivité, au-dessus desquelles l'air est peu ionisé et qui, par suite, n'attirent pas la foudre.

3° D'après les renseignements que je possède, les régions centrales du département, sur lesquelles s'étendent les landes du Ségala, seraient très rarement foudroyées, bien qu'elles soient formées de schistes cristallins, roches habituellement dangereuses pour la foudre.

II. *La zone très foudroyée* comprend diverses régions dont le sol est constitué par des granites, des schistes cristallins, dont j'ai signalé souvent le caractère dangereux pour la foudre. Ce sont :

1° La pointe nord du département et la région située à l'ouest de l'Aubrac. Le danger est le plus grand dans la bande de terrain où les granites et les schistes viennent en contact avec les basaltes.

2° Les régions qui entourent à l'Est et à l'Ouest le bassin houiller de Decazeville.

Ces régions sont limitées à l'Ouest par *la grande faille de Villefranche*, qui se prolonge au Nord et au Sud sur de grandes distances; elle sépare les terrains cristallins dangereux pour la foudre à l'Est, des terrains secondaires et tertiaires rarement frappés, à l'Ouest.

3° Les territoires compris entre les Vallées profondes de l'Aveyron et du Viaur, à l'Est de la Grande Faille, jusqu'au méridien de Naucelle.

A cette région doit être rattaché un îlot de points de chute nombreux et très rapprochés, situé au Sud-Est de Naucelle, dans les Communes de Saint-Just et de Meljac; il y a eu probablement dans ce terrain une concentration locale de matières radioactives, comme nous l'avons vu pour des cas analogues dans la Haute-Garonne et le Gers.

4° Une bande dangereuse située au Sud-Est du département, parallèlement à la frontière du Tarn; cette bande court sur une largeur de 7 à 8^{km}, en suivant la ligne de contact des schistes cambriens métamorphiques du Tarn, avec les grès rouges du permien, connus sous le nom de *rougier de Camarès*.

III. *La zone moyenne* comprend le reste du département, dans lequel on distingue :

1° Une large bande allant des environs de Rodez jusqu'aux environs de Millau; le sol renferme les roches les plus variées : rougier de Rodez, gneiss et micaschistes du Levezou, calcaires du Bassin supérieur de l'Aveyron, grès et argiles bariolées du trias.

2° Le Bassin houiller de Decazeville, prolongé vers le Sud-Ouest par une bande calcaire, entre Montbazens et Rignac et vers le Sud-Est par le rougier de Rodez.

3° Les vallées profondes creusées dans les Causses par le Tarn et ses affluents, en particulier la Vallée de la Dourbie aux environs de Nant.

IV. Il y a lieu de remarquer le comportement, pour ainsi dire opposé, des régions calcaires et granitiques. La surface supérieure des plateaux calcaires est rarement foudroyée, celle des plateaux granitiques l'est très souvent. Au contraire, les flancs et les thalwegs des vallées sont frappés fréquemment dans les calcaires, ils sont rarement atteints dans les granites.

En outre, j'ai vérifié plusieurs fois l'attraction exercée sur la foudre par les ouvertures des grottes et des gouffres, qui sont si nombreux dans les Causses.

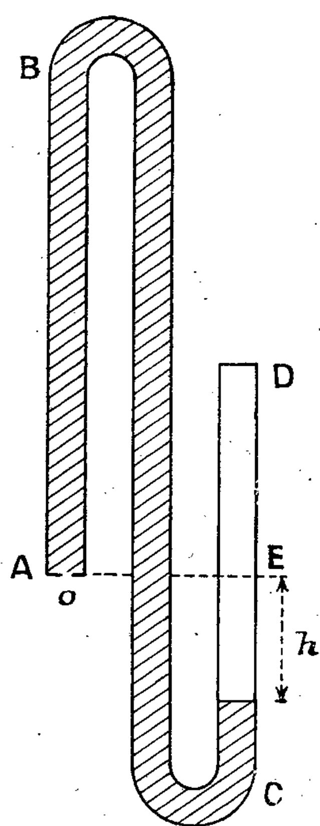
HYDROLOGIE. — *Sur la porosité des sols et des roches.*
Note (¹) de M. **Frédéric Diénert.**

Dans les parties supérieures du sol, il y a trois sortes d'eaux dites *vadoses*, *a*. l'eau d'*hygroscopicité* qui entoure les particules; *b*. l'eau que nous appellerons *cunéiforme* en raison de l'aspect qu'elle revêt, retenue par capillarité à l'endroit où les particules du sol se touchent; *c*. enfin l'eau mobile, dite *d'infiltration*, qui est l'eau en excès, passant plus ou moins rapidement pour gagner les couches plus profondes du sol. Les deux premières eaux sont retenues d'autant plus énergiquement que le sol s'assèche, et pour les libérer, dans les terrains secs, il faut employer une force évaluée à plusieurs atmosphères. On a l'habitude de désigner cette force sous le nom de force de *succion*, expression tout à fait incorrecte; et nous proposons de l'appeler force de *rétention*, car, si le sol exerce bien une certaine succion sur l'eau, c'est en vertu d'un phénomène qui dépend seulement de sa porosité.

Prenons un tube manométrique (voir la figure). La base du tube AB est fermée par une cloison portant une ouverture excessivement étroite *o* qui représente théoriquement un interstice du sol. L'appareil étant rempli d'eau, le niveau, dans le tube CD, s'établira en E. Ce tube étant abandonné

(¹) Séance du 19 février 1940.

à l'air, de l'eau s'évapore par l'ouverture *o* en même temps le niveau E s'abaisse dans le manomètre. On constate à un certain moment que l'air pénètre dans le tube AB par l'ouverture *o* et désamorce le siphon du manomètre. L'abaissement *h* constaté à ce moment dans le manomètre est égal à



l'élévation de l'eau par capillarité dans un tube ayant même diamètre que l'ouverture *o*.

Au lieu de fermer A par une cloison portant une ouverture capillaire *o*, fermons-le par un échantillon d'un sol donné. Le même phénomène se reproduira. On constate que l'abaissement *h* est inversement proportionnel aux dimensions des particules du sol expérimenté.

Voici, en effet, quelques résultats :

Dimensions des particules.........	Sable de 2mm.	Sable de 0mm,75.	Limon de 0mm,13.
Hauteur *h* du manomètre (en mm.).	40	110	630

L'extrémité A peut être fermée avec une mince rondelle de roche, scellée au tube de verre et l'on mesure ainsi la porosité de celle-ci. Pour une craie senonienne nous avons trouvé une valeur pour *h* de 1200mm (²). Avec ce dispositif on peut opérer sur le terrain en place. La nature colloïdale des particules du sol n'influe, dans ces essais, qu'en diminuant la grosseur des interstices par suite du gonflement des particules par l'eau (³).

(²) Les détails de l'expérimentation seront donnés dans un autre Recueil.

(³) En opérant, comme nous le faisons actuellement, avec d'autres liquides que l'eau, on peut obtenir quelques indications sur l'importance des colloïdes se trouvant dans les terres ou les roches.

Ici la succion est due à la capillarité. Elle s'arrête quand on empêche l'évaporation de l'eau. Elle est de nature différente de la force qui retient l'eau dans le sol.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Obtention par greffe d'une race* tardive *et* vivace *de Haricot de Soissons.* Note (1) de M. **Constantin Popesco.**

En 1928 j'ai greffé, à Bucarest (Roumanie), le *Desmodium canadense*, espèce vivace, sur le *Phaseolus vulgaris*, race annuelle Soissons gros à rames. En laissant des pousses se développer sur l'hypobiote, j'obtins une hémidibiose, dans laquelle le Soissons donna successivement des fleurs, des gousses et des graines avec un retard de 20 à 30 jours sur les témoins. Au début de novembre 1928, je coupai les tiges de l'épibiote et de l'hypobiote à 10^{cm} environ du bourrelet. Ensuite ces greffes, faites en pots, furent partagées en deux lots dont l'un fut laissé en pleine terre et l'autre porté en serre froide où, l'hiver, la température oscilla entre $0°$ et $5°$.

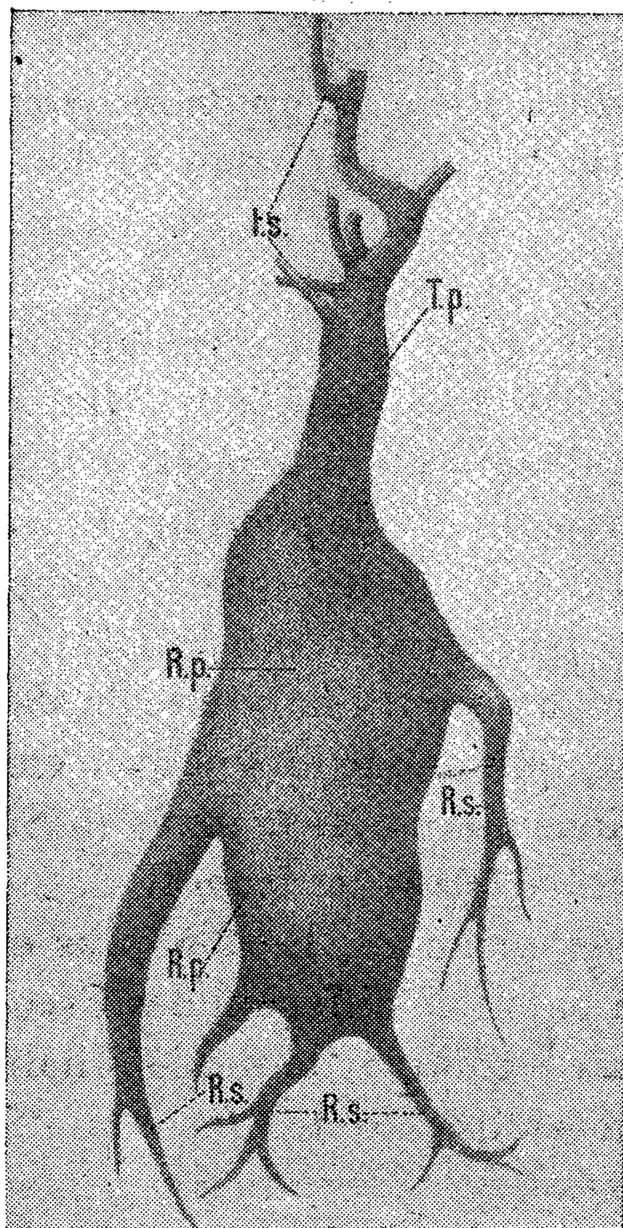
Au printemps 1929, toutes les greffes restées dans le sol étaient mortes. Les exemplaires en serre froide recommencèrent à pousser du 1er au 20 mars. Les bourgeons apparurent, soit au nœud des feuilles primordiales des tiges, soit sur la racine devenue pivotante, vivace et tuberculeuse. Les mêmes phénomènes, en juin 1928, se reproduisirent pour la floraison et la fructification. Je sectionnai les tiges et je mis les pots en terre froide jusqu'en avril 1930, époque à laquelle je les replaçai en pleine terre. Les mêmes opérations furent répétées les années suivantes et furent suivies de phénomènes semblables, allant en s'accentuant. Malheureusement, en mai 1937, survint une très forte gelée très tardive qui fit périr toutes les greffes, alors en pleine végétation.

Au cours des 10 années qu'ont duré ces expériences, j'ai constaté à la fois la persistance de la *tardiveté* et de l'état *vivace* chez les hypobiotes et chez les exemplaires provenant du semis de leurs graines que j'ai soigneusement récoltées chaque année et semées ensuite. Leur racine R.p. (figure ci-contre), *pivotante* et riche en *amidon*, avait une longueur en moyenne de 30^{cm} et une épaisseur maxima de 9^{cm}. Les racines secondaires R.s. étaient courtes et plus ou moins renflées.

---

(1) Séance du 11 mars 1940.

La formation de cette race vivace, tardive, à racines pivotantes tuberculeuses, est un exemple indéniable d'*hérédité acquise*, à la suite de



Racines de Haricot devenues vivaces. t. s., tiges secondaires et T. p., tige principale; R. p., racine principale tuberculeuse âgée de 10 ans; R. s., racines secondaires.

la greffe. Il est bien probable qu'en étendant le champ des greffes entre espèces à rythmes de végétation différents, on en trouvera d'autres.

BIOLOGIE. — *Quelques observations sur la biologie d'un Pseudoscorpion marin d'Indochine* (Apocheiridium pelagicum *Redikorzeff*). Note de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

Parmi les Pseudoscorpions récoltés par moi en Indochine, une espèce m'intriguait toujours. Elle appartient au genre *Apocheiridium* et a été décrite récemment (1938) par Redikortzeff comme une espèce nouvelle,

A. pelagicum Red. Elle est marine et largement répandue sur le littoral. Les nombreux échantillons de ma collection proviennent de l'Annam, du Tonkin (Baie d'Along), de Poulo-Condor (Cochinchine) et du Cambodge (littoral du Golfe de Siam).

Tous les exemplaires de ce Pseudoscorpion minuscule (*A. pelagicum* est le plus petit des Pseudoscorpions, puisque sa longueur ne dépasse que rarement un demi-millimètre) *ont été capturés dans la mer*. Je l'ai récolté en exécutant des pêches planctoniques, non seulement dans les eaux côtières, mais aussi en pleine mer (un exemplaire a été récolté à 200 milles de la côte indochinoise). Redikortzeff, qui a fait l'étude systématique de mes Pseudoscorpions indochinois, interprète cet habitat peu banal pour un Pseudoscorpion comme un cas de *phorésie*. Il arrive à la conclusion que tous les *Apocheiridium* qu'on récolte dans le plancton marin auraient été transportés dans la mer par les Oiseaux aquatiques. Il est bien connu, en effet, que les Pseudoscorpions ont l'habitude de s'attacher aux Insectes ou au plumage des Oiseaux, qui les entraînent avec eux dans leur vol.

C'est dans ces conditions qu'ont été trouvés en Sibérie, par Redikorzeff, deux exemplaires d'*Apocheiridium rossicum* Red. etc.

Tout en acceptant, en principe, le rôle plus ou moins efficace de la phorésie comme moyen passif de diffusion des Pseudoscorpions, ce facteur ne me paraissait pouvoir expliquer le mode d'habitat de l'*Apocheiridium* indochinois. Il est à noter que toutes les tentatives pour découvrir le Pseudoscorpion en question en dehors du rivage, faites pendant une année, dans les différentes régions de l'Indochine et en employant les méthodes les plus efficaces (appareils de Berlese), qui m'ont procuré un matériel de Pseudoscorpions très important (parmi lequel figurent des formes minuscules), ont été vaines.

Ne trouvant les Pseudoscorpions en question que dans la mer, je ne croyais pas possible d'imputer ce fait au pur hasard. J'inclinais toujours involontairement à considérer la mer comme le milieu habituel de cette espèce. On sait que plusieurs Pseudoscorpions paléarctiques fréquentent le littoral. Ainsi, dans la région méditerranéenne, quelques espèces du genre *Garypus* (*G. nigrimanus et Beauvoisii*) habitent la zone constamment mouillée par la mer. De même *Neobisium maritimum* se rencontre, au bord de l'Atlantique européen, dans la zone régulièrement immergée.

Il est à noter que, pendant mon premier séjour en Indochine, j'avais fait, à ce sujet, quelques observations directes. Ainsi, sur les récifs de Poulo-Condor (mer de Cochinchine), j'ai trouvé un exemplaire d'*Apocheiridium pelagicum* dans un bloc vivant de Madréporaire massif (*Goniastraea*),

récolté dans la zone de balancement des marées. Un autre spécimen de la même espèce a été trouvé dans la baie de Nhatrang (Sud-Annam), parmi les produits d'un chalutage effectué à 5^m^ de profondeur. Il était accroché à une tige d'algue. Mais ces observations n'étaient pas absolument convaincantes. Dans les deux cas, au moment du triage, ces deux individus étaient morts.

Durant mon dernier séjour dans la colonie (1939-1940), j'ai eu enfin la chance de constater des faits décisifs.

En effet, en faisant le triage du contenu organique peuplant les blocs de Madrépores récoltés dans la zone de balancement des marées, sur les récifs de la baie de Hon-Cohé (Sud-Annam), j'ai eu la chance de trouver un individu d'*Apocheiridium pelagicum* Red., caché dans une anfractuosité d'un bloc de *Pavonina*. Bien qu'au moment de la capture de l'animal, le bloc du coralliaire qui lui servait d'asile fût mouillé par la mer, le Pseudoscorpion, libéré de sa retraite, était parfaitement vivant.

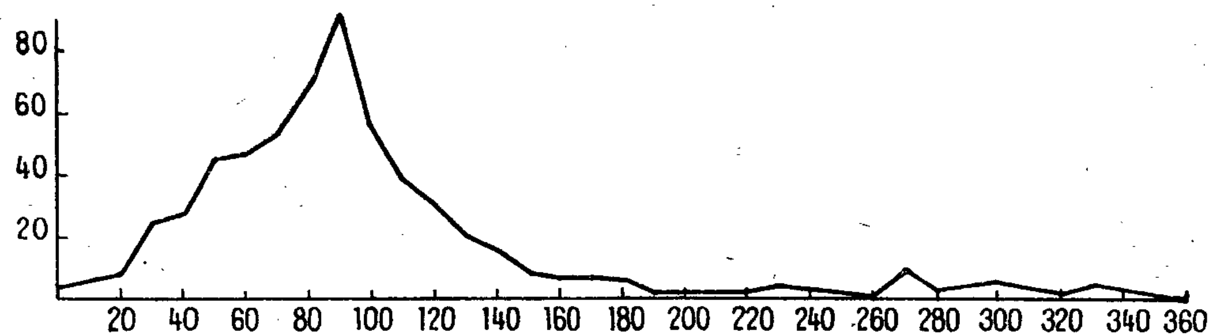
Une autre observation a été faite dans le golfe de Siam, à Réam (côte du Cambodge). Un exemplaire d'*Apocheiridium* a été recueilli immédiatement au bord de la mer, à la partie inférieure de la falaise côtière constamment baignée par les vagues. Le Pseudoscorpion en question, bien vivant, était accroché aux algues rejetées par la mer et toutes mouillées.

En résumé, en me basant sur les observations directes précédentes, en y ajoutant comme preuve indirecte ce fait singulier de l'absence apparente de cet *Apocheiridium* dans les régions quelque peu éloignées du rivage, je suis porté à croire que ce Pseudoscorpion appartient à la catégorie des espèces *marines*, au sens de ce mot employé pour *Neobisium maritimum* Leach. Il a comme habitat les terrains constamment mouillés par la mer, et il est fort probable qu'il se comporte, parmi les Pseudoscorpions, comme quelques Araignées marines, telles que les *Desis*, qui vivent sur les récifs indopacifiques, dans la zone régulièrement immergée. Il va sans dire que les *Apocheiridium*, qu'on trouve souvent flottants dans le plancton, sont manifestement des individus détachés de leur substratum, de sorte que le nom spécifique *pelagicum* donné à cette espèce par Redikorzeff n'est pas exact et peut induire en erreur. Il aurait été plus opportun de l'appeler *maritimum*.

EMBRYOGÉNIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'orientation du blastoderme non incubé du Poulet.* Note [1] de M. **Hubert Lutz**, présentée par M. Maurice Caullery.

Le blastoderme *non incubé* de poulet est une tache de contour circulaire, à l'intérieur de laquelle on observe généralement une deuxième aire concentrique, plus ou moins nettement délimitée par une ligne circulaire. Ce blastoderme est homogène, en apparence, suivant tous ses diamètres. Il ne montre aucune polarité avant l'apparition de la ligne primitive. Dès lors, comment orienter le blastoderme non incubé, comment distinguer la future partie antérieure de la région postérieure, la droite et la gauche de l'embryon ?

Une solution approximative consiste à appliquer la loi bien connue de von Baer. D'après cette loi, l'axe du futur embryon est perpendiculaire à l'axe de l'œuf (axe passant par les pôles), le pôle obtus de l'œuf étant placé à gauche, le pôle pointu à droite de l'observateur, la tête du futur embryon est située en avant. Cette loi a été vérifiée à plusieurs reprises, en particulier par Rabaud, Bartelmez, Kopsch. Je l'ai moi-même éprouvée sur 589 œufs de Leghorn blanche. Les œufs ont été mis en incubation pendant 48 à 72 heures; ils ont été ouverts à ce stade et l'orientation de l'embryon a été soigneusement mesurée. Les résultats obtenus sont résumés par la



Courbe statistique de l'orientation de 589 embryons de Poulet. En abscisses sont portés les écarts angulaires entre l'axe de l'œuf pris pour origine et l'axe des embryons, comptés dans le sens de la rotation des aiguilles d'une montre. En ordonnées sont portées les classes de fréquence. (L'orientation moyenne est donc 90°, l'orientation inverse 270°.)

courbe ci-dessus. L'orientation de l'embryon, par rapport au grand axe de l'œuf, est portée en abscisse, la fréquence en ordonnée.

On voit que la classe moyenne de fréquence est 90°, qui correspond à la loi de Baer. Le polygone de fréquence est à peu près symétrique par

[1] Séance du 11 mars 1940.

rapport à la moyenne. 29 embryons, sur 589, sont inversés d'environ 180°, soit 2,04 %. 338, soit plus de 57 % ont une orientation comprise entre 70 et 120°. On voit donc que l'orientation de l'embryon présente une tendance marquée à suivre la loi de Baer. Dès lors, on peut orienter les blastodermes non incubés d'après cette loi. Dans la majorité des cas, l'orientation réelle correspond à la prévision. Mais cette loi est purement statistique et approximative. Une expérience qui table sur cette loi n'a de valeur que si elle porte sur de grands nombres. Elle ne peut se limiter à quelques cas isolés.

C'est pourquoi j'ai cherché s'il n'existait pas d'autres procédés d'orientation des blastodermes non incubés. Plusieurs auteurs ont signalé que de tels blastodermes présentent parfois une certaine polarité. On observe, à la limite entre les deux aires concentriques, une sorte de croissant plus ou moins fermé vers l'avant, de couleur un peu plus foncée que le reste du blastoderme. L'axe du futur embryon correspondrait à l'axe du croissant, la tête de l'embryon se trouvant du côté ouvert du croissant. Cette polarité du blastoderme correspond-elle réellement à la polarité future de l'embryon? Aucune expérience jusqu'à ce jour n'avait permis de l'établir. J'ai pu vérifier la valeur de ce critérium en appliquant la méthode d'ouverture des œufs mise au point par Et. Wolff (1). Une fenêtre est pratiquée dans les œufs non incubés, mettant à jour le disque germinatif. La position du croissant, s'il en existe un, est repérée aussi exactement que possible. La fenêtre est refermée au moyen d'une lamelle de verre, lutée à la paraffine. Les œufs sont mis en incubation pendant 48 heures. A ce stade, l'orientation de l'embryon est mesurée soigneusement. Le tableau ci-dessous donne les valeurs comparées des deux séries de mesures.

Orientation des blastodermes non incubés et des embryons.

Or. p (2)....	90°	110°	180°	120°	50°	160°	120°	60°	140°	80°
Or. r (3).....	90°	110°	180°	120°	50°	140°	120°	70°	120°	90°
Or. p (2)....	170°	110°	50°	30°	130°	130°	50°	130°	70°	70°
Or. r (3).....	170°	100°	60°	40°	100°	110°	60°	130°	70°	70°

(Direction origine : grand axe de l'œuf, pôle obtus orienté vers la gauche.)

(1) *Arch. Anat. Hist. et Embryol.*, Strasbourg, **22**, 1936, p. 1-382.
(2) Orientation présumée des blastodermes non incubés.
(3) Orientation réelle après 48 heures.

On voit, d'après ces résultats, qu'il y a une correspondance remarquable entre les deux catégories de mesures. Dans presque tous les cas, les écarts par rapport à l'orientation moyenne (90°) ont pu être prévus en grandeur et en direction. Il est remarquable que, même dans les cas où les deux valeurs diffèrent le plus, le sens de la déviation s'est révélé exact. Malgré le nombre relativement restreint de cas étudiés (4), cette méthode s'avère, dès maintenant, très sûre pour l'orientation des œufs non incubés.

Dans les expériences où l'on a besoin de connaître avec précision l'orientation du blastoderme non incubé, il suffit de choisir les œufs qui présentent le croissant le plus net et d'éliminer tous ceux qui n'en ont pas.

On peut penser que ce critérium aura les mêmes applications et le même degré de certitude que le croissant gris de l'œuf de Grenouille.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Imbibition des solutions de méthémoglobine à travers la cellulose.* Note (1) de Mlle **Paulette Berthier**, présentée par M. Charles Achard.

1. Nous avons étudié l'ascension à travers des bandes de papier à filtrer des solutions de méthémoglobine en beaux cristaux, préparée à l'état de grande pureté par M. M. Piettre, et dont nous avons antérieurement déterminé le coefficient d'aimantation spécifique (2). Ces expériences ont été conduites en prenant les précautions indiquées par A. Boutaric (3) pour que la marche de l'imbibition à travers les corps poreux conduise à des résultats toujours comparables entre eux. Les bandes verticales de papier à filtrer de $1^{cm},5$ de largeur et de 20^{cm} de longueur, plongeant par leur partie inférieure dans la solution de méthémoglobine, étaient disposées sous de grandes cloches en verre dont les parois internes étaient tapissées de feuilles de papier à filtrer imprégnées d'eau, de manière à assurer dans l'atmosphère des cloches un degré hygrométrique égal à l'unité; les bandes

---

(4) L'évacuation de Strasbourg et la mobilisation ne m'ont pas permis de pousser plus loin cette étude.

(1) Séance du 11 mars 1940.

(2) P. Berthier, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 774.

(3) *Bull. Soc. chim. biol.*, 17, 1935, p. 1522.

de papier avaient elles-mêmes séjourné pendant 48 heures préalablement à leur utilisation dans une atmosphère saturée d'humidité. Comme pour toutes les solutions colloïdales, on observe ainsi : 1° une ascension rapide de l'eau utilisée comme solvant (le niveau atteint est à chaque instant le même que pour les bandes plongeant dans l'eau pure); 2° une ascension beaucoup plus lente de la méthémoglobine. Le quotient h/H allant en décroissant en fonction du temps d'une manière sensiblement linéaire, nous avons déterminé graphiquement la valeur $(h/H)_0$ vers laquelle il tend pour $t = 0$.

2. Nous donnons ci-dessous les résultats obtenus avec des solutions aqueuses de méthémoglobine de diverses concentrations c, en grammes par litre (pH 6,58; $\theta = 10°$ C.).

	$t = 15$ min.		$t = 30$ min.		$t = 45$ min.		
c.	h.	H.	h.	H.	h.	H.	$\left(\frac{h}{H}\right)_0$.
0.............	–	8,2 cm	–	11,4 cm	–	14,2 cm	–
0,50..........	1,1 cm	8,3	1,5 cm	11,3	1,6 cm	13,9	0,113
0,75..........	1,6	8,3	2,05	11,5	2,3	14,1	0,150
1,00..........	2,0	8,6	2,5	11,8	2,9	14,1	0,190
1,50..........	2,6	8,6	3,35	11,8	4,0	14,2	0,265
2,00..........	3,0	8,5	4,0	11,7	4,9	14,4	0,332

Les quotients $(h/H)_0$ sont très inférieurs à l'unité, ce qui indique nettement que la méthémoglobine existe dans les solutions envisagées à l'état de granules électropositifs. La théorie de l'imbibition ([4]) montre que ce phénomène est en relation étroite avec l'adsorption des granules colloïdaux sur la matière du support poreux, et qu'en désignant par p l'exposant intervenant dans la formule d'adsorption de Freundlich, on doit avoir

$$\left(\frac{h}{H}\right)_0 = k\, c^{(1-p)}.$$

Les points représentant $\log(h/H)_0$ en fonction de $\log c$ se placent effectivement sur une droite de coefficient angulaire égal à 0,80, ce qui fournit $p = 0,20$.

([4]) A. BOUTARIC, *Journ. de Chim. phys.*, **32**, 1935, p. 618; *Ann. Soc. sc. de Bruxelles*, 1re série, **57**, 1937, p. 39.

3. En modifiant le pH des solutions par addition de quantités variables de ClH ou OHNa, on a obtenu les résultats suivants pour une solution de concentration $c = 0,5\,g : l$.

Solvant.	pH.	*h* (cm). 15 min.	30 min.	45 min.	$\left(\frac{h}{H}\right)_0$.
ClH $0,66.10^{-3}$ N	3,51	1,55	2,05	2,55	0,159
0,5 »	4,20	1,45	1,9	2,30	0,135
0,25 »	5,30	1,25	1,75	2,05	0,126
Eau	6,58	1,1	1,4	1,6	0,094
OHNa $0,25.10^{-3}$ N	7,01	1,0	1,2	1,45	0,083
0,5 »	7,28	1,0	1,2	1,35	0,080
0,66 »	7,60	1,15	1,4	1,7	0,094
1,0 »	7,65	1,15	1,5	1,85	0,108

Le quotient $(h/H)_0$ va en diminuant à mesure que croît le pH et semble passer par un minimum vers pH 7,3; on peut en déduire que l'adsorption de la méthémoglobine sur la cellulose constituant les fibres du papier suit une variation de sens inverse, augmentant d'abord avec le pH et passant par un maximum pour pH voisin de 7,3.

4. Les résultats relatifs à la méthémoglobine sont tout à fait comparables à ceux qu'on obtient avec le bleu de méthylène, matière semi-colloïdale à granules électropositifs, et avec l'oxyhémoglobine.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'activité antihémorragique de la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone chez le Lapin et la possibilité d'une hypervitaminose* K. Note de MM. **Paul Meunier**, **Hermann Hinglais**, **Daniel Bovet** et **André Dreyfuss**, présentée par M. Maurice Javillier.

Le groupement actif de la vitamine antihémorragique (vitamine K) du Poulet est la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone [1]. Après avoir confirmé l'effet antihémorragique de cette quinone chez le Poulet carencé, il nous a

---

[1] Almquist et Klose, *J. Biol. Chem.*, **130**, 1939, p. 791; Fieser, *J. Am. Chem. Soc.*, **61**, 1939, p. 2559.

paru intéressant de rechercher l'action de la même quinone ([2]) chez un Mammifère ([3]). C'est le Lapin que nous avons choisi.

Le temps de coagulation du plasma a été mesuré par un procédé photométrique analogue à celui que deux d'entre nous ont déjà décrit ([4]) et dont nous donnerons le détail ultérieurement. Le sang, citraté dès sa récolte par ponction cardiaque, est centrifugé dans des conditions définies et constantes. Un centimètre cube de plasma est ensuite dilué à 1/5e et recalcifié à un instant déterminé à partir duquel on mesure périodiquement (de 15 en 15 secondes) l'opacité du mélange. Après un temps de latence d'opacité constante, l'apparition des premières fibrilles se manifeste par une diminution nette de la transparence; l'opacité croît ensuite pendant la formation et l'épaississement du gel de fibrine. Le temps de latence et le temps nécessaire à l'obtention d'un maximum d'opacité sont nos deux caractéristiques de la rapidité de la coagulation. La mesure est ainsi plus complète et mieux définie que dans les méthodes habituelles dont les résultats dépendent du taux de fibrinogène du plasma ([5]).

Pour des lapins considérés comme normaux, on observe un temps de latence de 3 à 4 minutes et un temps d'obtention de l'opacité maximum de 5 à 7 minutes.

a. Effet antihémorragique de la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone. — Toutes les fois que nous avons pu provoquer un retard de la coagulation (temps de latence porté à 7 ou 8 minutes, ou plus), soit par un ictère provoqué opératoire, soit par un ictère toxique (au chloroforme), soit par une intoxication à la paratoluylènediamine (même avant l'apparition d'ictère), *la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone nous a permis de rétablir une coagulation de durée normale.* Nous l'administrons en injection sous-cutanée après

---

([2]) Préparée par M. J. Tréfouel.

([3]) En cours de rédaction, nous avons connaissance d'un travail de Flynn et Warner, où le Rat est objet d'expérimentation (*Proceed. Soc. Exp. Biol. Med.*, 43, 1940, p. 190).

([4]) A. Dreyfuss et P. Meunier, *C. R. Soc. Biol.*, 132, 1939, p. 439.

([5]) La formation d'un caillot solide correspond à un moment variable mais non défini de l'évolution du gel de fibrine. Elle n'apprend rien sur la durée même de l'évolution de ce phénomène biphasique complexe. D'où l'insuffisance des méthodes d'étude courantes. Des saignées répétées déterminent fréquemment chez le Lapin de fortes augmentations de fibrinogène (parfois de 1 à 8), sans modifier sensiblement les deux caractéristiques de notre méthode de mesure du temps de coagulation. Nous reviendrons sur ces points importants dans un autre article.

dissolution dans la mono-acétine du glycol, véhicule préférable à l'huile, dont la résorption est très lente. Dans ces conditions 1^{mg} de quinone commence à manifester son effet favorable entre 18 et 42 heures, et son action se prolonge pendant 3 à 4 jours; 10^{mg} de quinone corrigent le retard de la coagulation en moins de 18 heures.

b. Effet anticoagulant des doses très élevées de 2-méthyl-1.4-naphtoquinone (hypervitaminose K). — Nous avons constaté à notre grande surprise qu'après la phase d'accélération observée dans les premières heures, les fortes doses de 2-méthyl-1.4-naphtoquinone provoquent un effet inverse. Pour une dose de 10^{mg}, bien après la 18ᵉ heure, il se produit un allongement progressif du temps de latence pouvant devenir parfois très important (par exemple 12 minutes, 3 jours après l'injection). La coagulation est donc à ce moment *beaucoup plus lente qu'avant le traitement.*

Nous avons contrôlé ce résultat en étudiant sur une série de lapins neufs l'effet prolongé de la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone à des doses variant de $0^{mg},10$ à 50^{mg} en une seule injection.

Un raccourcissement du temps de latence se manifeste presque toujours dans les 24 heures. Mais pour les doses égales ou supérieures à 1^{mg}, on ne manque jamais d'observer, 3 à 5 jours après l'injection, un retard de la coagulation, d'autant plus important que la dose est plus forte (la période de latence peut dépasser 30 minutes après une injection de 50^{mg}). Enfin, un retour à un temps de coagulation normal se produit toujours entre 7 et 10 jours. La solution dans l'acétine, en permettant une résorption rapide, semble favoriser cette action inverse de la quinone; le phénomène est moins marqué avec les solutions huileuses. (Bien entendu l'inactivité de l'acétine du glycol injectée seule a été dûment contrôlée.) Nous recherchons le mécanisme de cette curieuse action anticoagulante de la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone à hautes doses, qui semble pouvoir être présentée comme un premier exemple d'*hypervitaminose* K.

Conclusions. — 1° La 2-méthyl-1.4-naphtoquinone, qui se montre capable de corriger les effets de la carence en vitamine K chez le Poulet, est active également dans l'élaboration de la prothrombine d'un Mammifère : le Lapin. C'est bien en effet dans les cas d'abaissement du taux de la prothrombine, soit dans l'ictère par rétention ([6]), soit dans l'intoxication chloroformique ([7]), que l'action favorable de la quinone se manifeste.

([6]) QUICK, STANLEY, BROWN et BARCROFT, *Am. Journ. Med. Sci.*, **190**, 1935, p. 501.

([7]) SMIETH, WARNER et BRINKHOUS, *Journ. Exp. Med.*, 66, 1937, p. 803.

2° L'intoxication du Lapin par la paratoluylènediamine pourrait, semble-t-il, constituer la base d'un test qualitatif et même quantitatif d'activité de la vitamine K chez les Mammifères.

3° Au delà de certaines doses, la 2-méthyl-1.4-naphtoquinone produit, après une accélération momentanée, un retard parfois très marqué de la coagulation. Il convient donc d'attirer l'attention sur une précaution à observer lors d'applications thérapeutiques de la vitamine K : il faut se garder, même si l'on recherche une action rapide, d'atteindre les doses de 2-méthyl-1.4-naphtoquinone qui, loin de produire un effet favorable sur la coagulation sanguine, entraîneraient des effets inverses. Cette observation pose le problème de l'hypervitaminose K.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du déséquilibre alimentaire d'origine lipidique sur la composition du muscle et du sang du Pigeon.* Note de M. **Raoul Lecoq**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons établi antérieurement que des déséquilibres alimentaires variés peuvent entraîner, chez le Pigeon, malgré la présence dans la ration de larges doses de vitamines B, l'apparition d'accidents polynévritiques comparables à ceux que l'on observe dans l'avitaminose B totale ([1]). Étudiant, avec Duffau, le déséquilibre alimentaire aigu d'origine glucidique, nous avons montré qu'il entraîne (ainsi que l'avitaminose B totale) une imprégnation lactique importante du tissu musculaire accompagnée d'une augmentation dans le muscle du taux des composés réducteurs glucidiques, des orthophosphates et du phosphore total acido-soluble. Dans les mêmes conditions, le déséquilibre minéral (causé par le sulfate de sodium) n'est suivi que d'une augmentation des composés réducteurs musculaires, alors que l'acide lactique, les orthophosphates et le phosphore total acido-soluble ne sont pas sensiblement modifiés ([2]). Ces résultats, soulignant la complexité des processus d'intoxication qui accompagnent les polynévrites, nous ont conduit à rechercher les modifications liées au déséquilibre lipidique.

([1]) *Déséquilibres alimentaires, nutritifs et humoraux*, 2e édition, Paris, 1937.
([2]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 449; 207, 1938, p. 1013.

A cet effet nous avons soumis un lot de pigeons adultes de poids moyen de 350^g au régime à 50 % d'huile de ricin que nous avions expérimenté avec Savare (³) et dont nous rappelons la composition centésimale :

Peptone pancréatique de muscle	25
Huile de ricin	50
Graisse de beurre	4
Mélange salin d'Osborne et Mendel	6
Agar-agar	8
Papier filtré	2
Paraffine	5

Administré à la dose de 20^g par jour et complété par addition quotidienne de 4^g de levure de bière desséchée, source éprouvée de vitamines B, ce régime ne permet que des survies de 15 à 25 jours, les animaux succombant habituellement après avoir présenté des accidents polynévritiques. Le déséquilibre de la ration est ici dû à l'huile de ricin, car il suffit de remplacer cette source de lipides par de l'huile d'olive ou d'arachide, par exemple, pour observer chez les pigeons qui reçoivent les nouveaux régimes des survies pratiquement indéfinies.

Nous avons sacrifié nos animaux après 4, 6, 7, 9, 17 et 20 jours, et les masses musculaires pectorales rapidement prélevées furent analysées selon les techniques précédemment utilisées (⁴). Par ailleurs, ayant constaté que l'imprégnation lactique des tissus du Pigeon est suivie plus ou moins rapidement d'une chute de la réserve alcaline, nous avons prélevé systématiquement le sang des mêmes animaux et effectué ce dosage, suivant la méthode de van Slyke (⁵). Les résultats, exprimés en milligrammes ou en centimètres cubes pour 100, sont donnés ci-après; nous y avons joint, à titre de comparaison, les moyennes normales obtenues sur les pigeons soumis au régime naturel du mélange de graines.

(³) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1540.
(⁴) R. Duffau, *Bull. Sc. pharmacol.*, 43, 1936, p. 577.
(⁵) R. Lecoq, *C. R. Soc. Biol.*, 126, 1937, p. 226.

	Pigeons au mélange de graines (moyenne).	Pigeons recevant 20g de régime à 50 % d'huile de ricin + 4g de levure.						
		4 j.	6 j.	7 j.	9 j.	17 j.	20 j.	moy.
Composés réducteurs glucidiques totaux	143	187	170	122	160	138	141	153
Acide lactique	220	284	166	208	170	234	252	219
Orthophosphates	85	105	121	112	151	88	89	111
Acide créatinephosphorique	12	9	17	11	14	11	19	13,5
Acide adénylpyrophosphorique	27	4	8	7	10	13	8	8
Esters facilement hydrolysables	18	12	18	20	26	22	19	19,5
Phosphore total acidosoluble	173	172	205	218	253	197	182	204,5
Réserve alcaline (en cm³)	53,2	54,0	53,8	38,5	46,5	34,7	40,9	44,7

Chez les pigeons soumis au déséquilibre lipidique, nous enregistrons, ainsi que dans le déséquilibre glucidique, une augmentation nette des orthophosphates et du phosphore total acidosoluble; par contre, l'imprégnation lactique des tissus n'est que peu ou pas sensible, et la teneur en composés réducteurs glucidiques totaux reste approximativement la même. Notons en outre une chute appréciable de l'acide adénylpyrophosphorique, alors que le taux d'acide créatine phosphorique n'est pas modifié. Rapidement, la réserve alcaline tombe au-dessous de la normale.

L'imprégnation lactique observée dans le déséquilibre glucidique ne pouvant être retenue dans le déséquilibre lipidique, les processus d'intoxications diffèrent. Sans doute faut-il trouver dans ce fait l'explication que les crises cérébelleuses sont fréquentes dans le déséquilibre glucidique, alors qu'elles ne s'observent que très rarement dans le déséquilibre lipidique. La cause de l'acidose finale reste d'ailleurs, dans ce dernier cas, inexpliquée, car les dosages des corps cétoniques pratiqués sur le sang et le muscle de nos animaux sont toujours demeurés normaux.

Conclusions. — Les déséquilibres alimentaires lipidique et glucidique aboutissent à la production d'un terrain acidosique qui conditionne, chez le Pigeon, les accidents polynévritiques, malgré la présence dans les rations de fortes proportions de vitamines B.

On observe, dans les deux cas, une élévation du taux des orthophosphates et du phosphore total acidosoluble musculaire et, seulement dans le déséquilibre lipidique, une chute accentuée de l'acide adénylpyrophosphorique.

Le processus de l'intoxication acide reste mal connu dans le cas du déséquilibre lipidique, car les corps cétoniques dosés dans le sang et le muscle restent normaux, et le taux d'acide lactique ne paraît pas suffisant pour être mis en cause.

La séance est levée à $15^h 30^m$.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 19 février 1940.)

Note de M. *Jean Roche* et M[lle] *Hélène Vieil*, Préparation et poids moléculaire de la myoglobine de cheval (hémoglobine musculaire) cristallisée :

Page 315, ligne 18, *au lieu de* correspondant à 90-92 %, *lire* correspondant à 80-82 %.

Page 316, ligne 7 en remontant, *au lieu de* en dimère Rb_2, *lire* en dimère Hb_2.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU MERCREDI 27 MARS 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

Nous espérions tous célébrer dans quatre ans le centenaire de notre doyen d'âge, **Édouard Branly**, comme jadis celui de Chevreul. Mais, hélas, ce grand savant est mort dimanche dernier, jour de Pâques!

Édouard Branly est né le 23 octobre 1844 à Amiens. Après des études au Lycée de Saint-Quentin et au Lycée Henri IV, il fut reçu à l'École Normale supérieure en 1865 et en sortit trois ans après agrégé des sciences physiques et naturelles. Il conquit bientôt, en 1873, son titre de docteur ès sciences. Sa thèse était relative aux phénomènes électrostatiques dans les piles.

Mais les études médicales l'attiraient aussi, puisque, en 1882, il acquit le titre de docteur en médecine avec une thèse sur le dosage de l'hémoglobine dans le sang par des procédés optiques.

Après avoir été, de 1869 à 1875, chef de travaux, puis directeur-adjoint du Laboratoire d'Enseignement de la Physique à la Sorbonne, il avait été remarqué, en 1875, par l'abbé d'Hulst, alors directeur de l'Institut catholique de Paris, qui lui confia dans cet établissement la chaire de Physique générale.

C'est là que s'est écoulée toute sa carrière et que sa grande découverte a été faite, dans un laboratoire que beaucoup d'entre nous ont connu, ancien

dortoir secoué par les trépidations des lourds véhicules qui sillonnent la rue de Vaugirard, pièce poussiéreuse et, a-t-on dit, encombrée comme l'antre d'un magicien, où le personnel manquait pour faire régulièrement le ménage !

Sa découverte capitale, origine de la Télégraphie sans fil, est consignée dans une Communication à l'Académie des Sciences, du 24 novembre 1890.

Les expériences de Hertz en 1887 confirmaient l'existence du rayonnement électrique prévu par Maxwell et avaient permis d'affirmer que ce rayonnement issu d'un point se propage avec la vitesse d'un rayonnement lumineux. Depuis lors les physiciens du monde entier commentaient avec passion les célèbres études du grand savant allemand.

A cette époque, l'influence des perturbations électriques sur la conductibilité des limailles métalliques avait déjà été découverte et étudiée par nombre de physiciens français et étrangers. Mais c'est Branly qui, reprenant cette étude à son laboratoire de l'Institut catholique, eut la première idée d'une communication électrique entre deux points non reliés par un fil conducteur.

Il installa dans une salle de l'Institut un éclateur à étincelles dont les boules étaient les pôles d'une machine électrostatique. Dans une salle éloignée de la précédente, séparée d'elle par trois grandes pièces, donc par des murs d'une certaine épaisseur, et par une portion de cour, il installa un petit circuit formé par un élément de pile Daniell, un galvanomètre et un tube de verre étroit contenant un peu de limaille métallique intercalée entre deux tiges conductrices. L'éclateur était séparé du circuit de pile par une longueur d'environ 25 mètres. Il constituait ainsi un *poste d'émission*, tandis que le tube à limaille était un *poste de réception*. Aucune liaison matérielle n'existait entre eux.

Le circuit de la pile étant fermé, aucun courant n'y circulait et l'aiguille du galvanomètre restait au zéro.

Mais, si, à un moment donné, une étincelle était produite à l'éclateur, la limaille devenait instantanément conductrice, le galvanomètre accusait une déviation indiquant le passage d'un courant. Un très léger choc sur le tube à limaille ou sur son support supprimait le courant; une nouvelle étincelle entre les pôles de l'éclateur le rétablissait, et ces alternatives se succédaient à la volonté de l'opérateur.

Le tube à limaille fut nommé par Branly *radio-conducteur* et peu après par Lodge *cohéreur*. Il est le premier des nombreux *détecteurs* imaginés depuis.

C'est cette modeste expérience qui a été l'origine des premiers balbutiements de la T. S. F. et du développement scientifique et industriel prodigieux pris par elle actuellement.

Rappelons que c'est un jeune élève du professeur Righi, à Bologne, Marconi, qui répéta le premier l'expérience de Branly en augmentant graduellement la distance des deux postes. Il mit en relief le rôle essentiel des tiges qu'il reliait, l'une à la boule de l'éclateur du poste d'émission, l'autre au poste de réception, et qu'il appela *antennes*.

En 1889, il réussit à établir une radio-communication entre Douvres et Boulogne, expérience célèbre à laquelle assista, comme observateur, notre futur Confrère, le Général Ferrié, alors capitaine, et à la suite de laquelle Marconi adressa à Branly le télégramme suivant :

« M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments par télégramme sans fil à travers la Manche, ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M. Branly. »

On sait combien, depuis cette époque, se sont développées les multiples applications de la T. S. F., grâce à la pléiade de savants qui ont suivi les traces de Branly.

Dans un modeste petit livre, intitulé *La Télégraphie sans fil*, publié en 1925, Branly énumère ses applications et, depuis quinze ans, elles n'ont fait qu'augmenter en nombre et en importance : sécurité apportée à la navigation maritime et aérienne, signaux horaires permettant la détermination précise des longitudes en n'importe quel point du globe, renseignements météorologiques pour la protection des lignes aériennes, études météorologiques de toute nature, multiples applications militaires en temps de guerre (détermination par cadres radiogoniométriques de la position des postes d'émission ennemis, communications continues entre le commandement et les troupes, entre le sol et les avions, si précieuses pour le réglage du tir des batteries, communications lointaines entre la Métropole et ses possessions d'outre-mer etc.).

Sans se désintéresser des conséquences souvent inattendues de sa mémorable expérience, Branly, qui était un silencieux, un solitaire et un modeste, ne songea jamais à profiter du parti pécuniaire qu'il eût pu facilement en tirer. On assure même qu'il s'écria un jour en parlant de la T. S. F. : « Dire qu'on prétend que j'ai inventé ça ! ».

A l'Institut catholique, son caractère ne se révéla pas toujours commode et l'on a eu des échos de quelques différends entre lui et le

recteur, son fidèle ami d'ailleurs, notre Confrère le cardinal Baudrillart. Sans doute ces heurts, qui tenaient surtout à l'installation lamentable du laboratoire de Branly, disparurent-ils lorsque le recteur, grâce à de généreux subsides, put mettre, il y a quelques années, à la disposition de l'illustre chercheur un nouveau et splendide laboratoire bien approprié à ses travaux.

C'est M. Tournon, architecte en chef des Palais nationaux, gendre de Branly, qui le construisit et l'agença avec un amour filial. Tout y répondait aux exigences d'exactitude et de sécurité des observations.

A ce laboratoire était adjoint un musée des découvertes de Branly, où celui-ci refusait, dit-on, de pénétrer.

Dans cet Institut d'Enseignement supérieur catholique, le plus illustre de tous, ancien Couvent des Carmes, règne encore le souvenir des martyrs des massacres de septembre 1793, souvenir auquel le chrétien fervent qu'est toujours resté Branly devait être particulièrement sensible.

Les honneurs vinrent chercher Branly assez tard. C'est seulement en 1911, à l'âge de 67 ans, que notre Académie l'accueillit (1).

Les derniers mois de sa vie furent attristés par la gravité des événements dont souffrait sa patrie. Les deux opérateurs de son laboratoire avaient été mobilisés dès le 1er septembre. Jusqu'au 3 octobre, Branly s'y rendait tous les jours en voiture, ne voulant pas cesser son labeur quotidien.

On le persuada de se retirer en Haute-Vienne pour éviter les dangers que l'on craignait alors pour la capitale. Quand ceux-ci parurent problématiques, il rentra à Paris, dans cet appartement du boulevard Saint-Michel où, depuis la mort de sa femme, il y a 13 années, il habitait avec ses enfants, les Tournon.

Mais il ne put jamais revenir à son laboratoire. Le grand froid de ces derniers mois lui fut fatal et, victime d'un refroidissement, il s'éteignit doucement, perdant le souffle sans une plainte.

Telle fut la vie de Branly.

En envoyant aux siens le témoignage de la sympathie profondément émue de l'Académie, nous sommes heureux qu'une aussi grande découverte que la Télégraphie sans fil ait eu, comme la Photographie, la Cinématographie, toutes inventions qui ont profondément modifié les conditions de

(1) Il avait suppléé pendant une vingtaine d'années Émile Fernet dans ses fonctions de Secrétaire de la rédaction des *Comptes rendus*.

la vie humaine, son origine dans les travaux d'un Français et, à ce titre, nous applaudissons aux obsèques nationales qui vont être décernées à Branly.

Je lève la séance en signe de deuil.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Effets du froid sur la végétation en* 1938-1940. Note de M. **Lucien Daniel**.

La sécheresse et la chaleur de l'été 1938 furent excessives. Au début de l'automne les arbres étaient aoûtés et portaient de nombreuses productions fruitières. Survinrent des pluies et une température douce qui amenèrent une reprise de la végétation de courte durée. Brusquement, le 18 décembre, la température s'abaissa et atteignit — 16 à — 18° à Erquy (Côtes-du-Nord) et à Rennes; la neige tomba en grande abondance et un grand nombre de plantes résistantes dans les hivers normaux furent grillées complètement. D'autres périrent seulement en partie ou se maintinrent sans souffrance apparente, mais, à la reprise de la végétation, elles donnèrent lieu à des phénomènes intéressants.

J'avais dans mon jardin des Pêchers de semis, âgés de 7 ans; les uns, faute d'une insolation suffisante, étaient stériles quand les autres, placés en bonne exposition, fructifiaient modérément et me donnaient une dizaine de pêches en moyenne. Tous ces arbustes avaient leurs feuilles fortement envahies chaque année par la cloque (*Exoascus deformans*). En mars-avril 1939, quelques fleurs apparurent et fournirent de jeunes fruits qui tombèrent vite; des pousses ligneuses se développèrent avec de belles feuilles, dont quelques-unes étaient cloquées, sur les Pêchers mal éclairés. Chez les autres, les pousses tardives de l'automne étaient toutes grillées; des pousses de remplacement se formèrent, souffreteuses, avec des feuilles petites et *sans trace de cloque;* la floraison fut excessive, ainsi que la fructification. La plupart des fruits mal nourris tombèrent, mais il en resta en moyenne 152 par pied qui mûrirent fort bien, donnant des pêches juteuses, vivement colorées et duvetées. Au niveau du collet il se forma de nombreux rameaux de remplacement, signe précurseur de la mort des arbustes épuisés par la surproduction, mort qui a été avancée encore par les froids rigoureux de l'hiver dernier.

Des faits analogues se sont produits chez d'autres Rosacées. Les Pruniers fructifièrent abondamment et présentèrent, malgré le froid anormal de

l'hiver, la maladie des pochettes (*Exoascus pruni*), montrant ainsi que les deux espèces de ce genre ont des résistances inégales au froid. Des variations remarquables de coloris s'observèrent chez les Aubépines bien ensoleillées dont les pétales et les jeunes fruits devinrent plus ou moins rougeâtres; des poils se développèrent sur les jeunes pousses et les jeunes fruits, mais disparurent au cours de l'été. Chez les Rosiers, la couleur des pétales et des cynorrhodons fut exaltée ou atténuée à la première et à la deuxième floraison, suivant les variétés dont j'ai récolté les graines pour en étudier si possible la descendance. Une particularité curieuse s'est manifestée chez mes hybrides de greffe. Les *Cratægomespilus Dardari* et *C. Asnieresi* ont souffert à la suite d'une surfructification et des gelées de 1938 et 1939; ils reprennent actuellemment avec difficulté leur vie active quand l'Aubépine et le Néflier non greffés sont plus avancés. Les *Pirocydonia Danieli* et *P. Winkleri* ont de nombreuses branches mortes en totalité ou en partie, greffés sur Cognassier quand les parents se sont montrés très résistants au froid, ainsi que des variétés diverses de Poirier surgreffées sur le *P. Danieli*. Le *Laurus nobilis*, à moitié gelé l'an dernier, que j'avais rabattu, et qui avait repoussé vigoureusement, est mort en entier cet hiver.

Les plantes herbacées annuelles, plurannuelles ou vivaces qui avaient subi l'action des froids de l'hiver 1938-1939, ont présenté en 1939 des modifications plus ou moins accentuées portant sur la teinte des tiges, des feuilles ou le coloris des fleurs, ou sur la valeur de la floraison et de la fructification.

Ainsi le *Galium Aparine*, qui, dans les conditions normales, possède des tiges, des feuilles et des fruits verdâtres, a fourni quelques pieds panachés, et d'autres à feuilles brunes vernissées, à gros fruits rougeâtres portant des poils crochus très raides et très nombreux. Le *Sysimbrium officinale*, le *Diplotaxis muralis* avaient des feuilles vernissées et des fleurs d'un jaune plus vif qu'à l'habitude. Parmi les plantes herbacées vivaces, des phénomènes analogues s'observaient sur un très grand nombre d'espèces à fleurs jaunes (Renonculacées, Crucifères, Légumineuses etc.), à fleurs bleues (*Glechoma Hederacea*, *Veronicæ Chamœdrys*, *Salvia verbenaca* etc.).

L'*Halianthus peploïdes*, selon Lloyd, fleurit peu et fructifie encore moins en Bretagne. A Erquy, sur les dunes de la grève du bourg, il a fourni de nombreuses tiges à entrenœuds courts, fleuri et fructifié très abondamment en 1939, et ses graines étaient parfaitement constituées. La *Rubia peregrina*, si différente comme longueur des entrenœuds, couleur et vernissage

de ses feuilles, ou dureté de ses aiguillons crochus, suivant qu'elle vient dans les bois du Noirmont ou au milieu des Ajoncs dans la lande de la Garenne, avait beaucoup accentué ses caractères xérophytiques dans cette dernière station.

Les Dahlias cultivés dans nos jardins sont vivaces par leurs racines tuberculeuses qui sont munies de bourgeons. En général, on recueille à l'automne ces parties que l'on conserve en un lieu sec à l'abri des froids de l'hiver. J'ai, depuis dix ans, laissé en terre 5 variétés de Dahlia communes, qui se sont admirablement conservées et ont poussé vigoureusement chaque année. Il en a été de même pour 12 variétés récentes de cette espèce que j'ai plantées depuis trois ans et qui ont parfaitement résisté au froid de —14° à —18° des hivers derniers. Même des touffes de tubercules, enlevées de terre et laissées à l'air, en mars, ont émis des pousses aériennes et se sont maintenues en donnant des organes de remplacement s'enfonçant dans le sol.

Depuis trois ans, j'ai essayé la culture des Bégonias tubéreux qui, l'hiver, ont leurs tubercules conservés à nu, au sec et à l'abri des gelées en serre, pour être remis en végétation et plantés au printemps suivant. Par hasard, n'ayant pas été satisfait de ma plantation en 1938, j'abandonnai cette culture en enlevant les tubercules pour les conserver à Rennes. A ma grande surprise, en 1939 je constatai la présence, dans le massif aux Bégonias de 1938, de deux pieds bien feuillés qui y avaient repoussé, mais qui, n'ayant pas été mis en végétation en serre pour les avancer, ne fleurirent pas. La résistance au froid du Bégonia est, à l'état de tubercule, plus grande qu'on ne se l'imagine.

J'ai pu relever pas ailleurs un certain nombre d'observations relatives à l'influence des expositions d'une même espèce sur la résistance aux froids, celles de boutures prises sur des rameaux différents par leur situation sur la même plante, par leur nature, par leur âge, par l'époque et les conditions du bouturage, par les soins qui leur sont donnés. Ces recherches m'ont permis déjà de constater l'existence de variations de résistance qu'on n'aurait pas soupçonnées. Je me propose de les continuer si les circonstances me le permettent et d'en donner les résultats dans une Note ultérieure.

M. P. Portier fait hommage à l'Académie du Fascicule CII des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, *Prince souverain de Monaco : Sur des Amphipodes hypérides provenant des Croisières du Prince Albert Ier de Monaco* par Jean-M. Pirlot.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Royale des Sciences de Suède** exprime les marques de sa profonde gratitude pour l'adresse qui lui a été consacrée à l'occasion de son *Bicentenaire*.

STATISTIQUE. — *La durée de retour des températures annuelles extrêmes.* Note (¹) de M. **E.-J. Gumbel**, transmise par M. Émile Borel.

Soit $W(x)$ la probabilité d'une valeur inférieure à x, x étant une variable aléatoire stationnaire dont on possède des observations faites à intervalles de temps constants, pris comme unité. On définit (²) les durées de retour $\overline{T}(x)$ ou $[\underline{T}(x)]$ d'une valeur supérieure (ou inférieure) à x, d'après

$$(1)\qquad \overline{T}(x)=1:[1-W(x)];\qquad \underline{T}(x)=1:W(x).$$

Pour une variable illimitée dans les deux sens, la première fonction statistique augmente, pour des valeurs croissantes de x, de la valeur initiale 1 jusqu'à l'infini, la seconde diminue de l'infini jusqu'à 1. Puisque les durées de retour sont des temps, il est raisonnable de prendre la variable comme fonction de $\log\overline{T}(x)$ ou $\log\underline{T}(x)$. On obtient

$$(2)\qquad \frac{dx}{d\log\overline{T}}=\frac{1}{\overline{T}(x)w(x)};\qquad \frac{dx}{d\log\underline{T}}=-\frac{1}{\underline{T}(x)w(x)}.$$

Les durées de retour observées s'obtiennent à l'aide de la courbe en échelle. Si la variable est symétrique par rapport au zéro, qui est l'espérance mathématique, on a évidemment, d'après (1),

$$(3)\qquad \underline{T}(-x)=\overline{T}(x),$$

relation qui se vérifie, par exemple, pour la distribution normale, pour la

(¹) Séance du 18 mars 1940.

(²) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1471.

première loi de Laplace et pour l'équipartition. Pour cette dernière distribution d'une variable périodique, limitée entre — A et A, on obtient les durées de retour

(3') $$\underline{T}(-x) = \overline{T}(x) = 2A:(A-x).$$

Pour deux aléatoires ${}_1y$ et y_1 soumises aux probabilités ${}_1W({}_1y)$ et $W_1(y_1)$ telles que

(4) $${}_1W(-{}_1y) = 1 - W_1(y_1),$$

on obtient la relation analogue à (3)

(5) $${}_1\underline{T}(-{}_1y) = \overline{T}_1(y_1).$$

Les équations (4) et (5) sont vérifiées par $m^{\text{ièmes}}$ valeurs extrêmes d'en haut et d'en bas d'une distribution initiale du type exponentiel, si le nombre d'observations N est très grand. En particulier, pour $m=1$, les probabilités ${}_1\mathfrak{W}(y)$ et $\mathfrak{W}_1(y)$ de la plus petite et de la plus grande valeur sont

(6) $${}_1\mathfrak{W}(-y) = 1 - \mathfrak{W}_1(y); \qquad \mathfrak{W}_1(y) = e^{-e^{-y}},$$

où la variable réduite y est une fonction linéaire de la variable x. On tire de (1), (5) et (6) que le logarithme naturel de la durée de retour d'une plus grande valeur, supérieure à y, est égale à celui d'une plus petite valeur, inférieure à $-y$, et que tous les deux tendent [3] vers y.

Soit x la température journalière ($N=365$); alors il résulte de (6) que le nombre d'années accusant une température minimum annuelle, inférieure à $-y$, doit être égal au nombre d'années accusant une température maximum annuelle, supérieure à y. La durée de retour d'une température minimum annuelle, inférieure à $-y$, doit être égale à la durée de retour d'une température maximum annuelle, supérieure à y.

Un premier contrôle de cette théorie est fourni par le postulat que les écarts types s des deux répartitions observées des températures extrêmes annuelles doivent être égaux. Soient ${}_1\overline{u}$ et $\overline{u}_1$ les moyennes observées des températures extrêmes; alors on obtient les températures minima ${}_1x$ et maxima x_1 théoriques correspondant aux températures réduites $-y$ et y d'après

(7) $${}_1x = {}_1\overline{u} + C\frac{\sqrt{6}}{\pi}s - y\frac{\sqrt{6}}{\pi}s; \qquad x_1 = \overline{u}_1 - \frac{C\sqrt{6}}{\pi}s + y\frac{\sqrt{6}}{\pi}s$$

---

(3) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 2041.

où C désigne la constante d'Euler. On peut tracer sur la même échelle les températures minima et maxima annuelles en prenant comme point de départ commun les valeurs théoriques des températures annuelles minima ${}_1u$ et maxima u_1 les plus probables, qui sont

$$(8) \qquad {}_1u = {}_1\bar{u} + \frac{C\sqrt{6}}{\pi}s; \qquad u_1 = \bar{u}_1 - \frac{C\sqrt{6}}{\pi}s.$$

La comparaison entre elles des années observées accusant une température minimum, inférieure à ${}_1x$ et maximum, supérieure à x_1, et la comparaison des deux avec la fréquence théorique commune, de même la comparaison entre elles des durées de retour observées des températures minima, inférieures à ${}_1x$ et maxima, supérieures à x_1 et la comparaison des deux avec la durée de retour théorique commune, enfin l'introduction des courbes de contrôle communes, fournissent des critères des déviations des températures extrêmes observées de la théorie des valeurs extrêmes et du caractère d'une aléatoire stationnaire.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'ordre d'une fonction entière de deux variables*. Note de M. **Pierre Lelong**, présentée par M. Paul Montel.

1. Nous avons étudié la croissance de la fonction entière $F(x, y)$, d'abord dans une direction donnée $y = tx$. Soit $F(x, tx) = \Phi(x, t)$ et $M(r, t)$ le maximum de $|\Phi|$ pour $|x| = r$. L'ordre $\rho(t)$ de $F(x, y)$ pour t donné, défini par

$$\rho(t) = \overline{\lim} \frac{\log_2 M(r, t)}{\log r},$$

possède la propriété suivante : $\rho(t)$ *a une valeur constante* ρ_0, *nulle, finie ou infinie dans tout domaine borné du plan, sauf peut-être sur un ensemble de points* $\mathcal{E}$, *de capacité nulle où l'on a* $\rho(t) < \rho_0$.

La démonstration repose sur le développement $\Phi(x, t) = \Sigma x^n P_n(t)$, P_n étant un polynome de degré n, et utilise les propriétés de la fonction $U = \overline{\lim}\, U_n$, où U_n est le potentiel $\int d\mu_n \log r$ dû à un ensemble borné E_n dont la masse totale μ_n est localisée aux zéros des P_n. Nous avons établi le lemme :

Pour une suite limitée $U_1, U_2, \ldots, U_n$, l'ensemble $\mathcal{E}^n$ des points

communs à $n - p(n)$ au moins des domaines où

$$U_i < \alpha_n \quad \left[1 \leqq i \leqq n, \ \frac{\rho(n)}{n} \to 1, \ \rho(n) \to \infty \text{ avec } n\right],$$

a une capacité qui tend vers zéro dans les deux cas suivants :

1° quand $\alpha_n \to -\infty$, μ_i étant compris entre deux nombres positifs;

2° quand $\mu_i \to 0$, α_n étant compris entre deux nombres négatifs.

L'ensemble $\mathcal{E}_\varepsilon$, où $\rho(t) < \rho_0/1 + \varepsilon\rho_0$, est de capacité nulle [1]; la même propriété subsiste pour l'ensemble $\mathcal{E}$, où $\rho(t) < \rho_0$.

L'ensemble $\mathcal{E}$ peut n'être pas borné : la partie extérieure au cercle $|t| = 1$ donne encore par la transformation $t = 1/\theta$ un ensemble de capacité nulle. Nous dirons dans ce sens que $\mathcal{E}$ est de capacité nulle dans le plan des t.

L'étude de la croissance de $F(x, y)$ par rapport à $r' = |y|$ dans la direction $y = x/\theta$ donne la même valeur ρ_0 avec le même ensemble exceptionnel; elle détermine dans quel cas le point $t = \infty$ fait partie de $\mathcal{E}$.

2. Si ρ_0 est fini, l'étude précédente donne ainsi directement l'ordre apparent total défini par M. Borel. D'après un résultat dû à M. J. Sire [2], on peut alors, pour l'étude de $F(x, y)$ avec y (ou x) constant, remplacer $F(x, y)$ par

$$F_1(x, y) = \Sigma x^n P_{\varphi(n)}(y), \qquad \varphi(n) < kn.$$

La méthode précédente donne alors $\rho(y) = \rho_0$, sauf éventuellement sur un ensemble de points $C(y)$ en lesquels $\rho(y) < \rho_0$; $C(y)$ *est de capacité nulle.*

3. Les deux résultats peuvent être précisés par l'étude des fonctions

$$A(t) = \overline{\lim} \frac{\log M(r, t)}{r^{\rho_0}}, \qquad B(y) = \overline{\lim} \frac{\log M(r, x)}{r^{\rho_0}} :$$

ou bien $A(t)$ *est nulle pour toute valeur finie de* t, *ou bien* $A(t)$ *est infinie sauf pour un faisceau de directions de capacité nulle, ou bien* $A(t)$ *est bornée dans tout domaine borné du plan des* t *et nulle éventuellement sur un ensemble de capacité nulle* $\mathcal{E}_1$, *qui contient* $\mathcal{E}$.

Dans ce dernier cas, quand $|t| \to \infty$, on a, en général,

$$\overline{\lim} \frac{\log A(t)}{\log |t|} = \rho_0.$$

---

(1) Les ensembles fermés contenus dans $\mathcal{E}_\varepsilon$ sont de capacité nulle : c'est donc de la capacité intérieure des ensembles ouverts $\mathcal{E}_\varepsilon$ qu'il s'agit ici dans le sens où l'on parle de mesure intérieure.

(2) *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo*, 31, 1911, p. 25.

Si $\overline{\lim}\,[\log A(t)/\log|t|] \leqq \rho_0 - \alpha$, l'ensemble des points M_n au voisinage desquels $A(t) < |t - t_n|^{\beta_n+\varepsilon}$, $\beta_n > 0$, est dénombrable et l'on a $\alpha + \Sigma\beta_i \leqq \rho_0$.

Mêmes résultats pour $B(y)$, la dernière inégalité étant remplacée par $\alpha' + \Sigma\beta'_i \leqq k\rho_0$.

Dans le cas où $A(t)$ est nulle ou infinie, l'emploi d'un ordre déterminé $\rho(r)$ permet de trouver une fonction $A_1(t)$ ayant encore ces propriétés.

4. L'étude faite a pour conséquence le théorème suivant :

Si $F(x, y)$ *est une fonction méromorphe, l'ensemble des directions* $y = tx$, *où* $F(x, tx)$ *est une fonction entière de* x, *forme un faisceau de capacité nulle* ou encore :

Si a est une valeur exceptionnelle au sens de M. Picard pour la fonction entière $F(x, y)$ sur un ensemble E de directions, deux cas seulement sont possibles : *ou bien* E *est un faisceau de capacité nulle, ou bien* a *est une valeur exceptionnelle pour toute direction et* $F(x, y)$ *ne prend jamais la valeur* a.

HYDRAULIQUE. — *Sur les équations des cours d'eau à fond mobile.* Note [1] de M. **Charles Jaeger**, présentée par M. Charles Fabry.

Veronese (*Annali LL. PP.*, septembre 1937, p. 717) étudiant, à la suite de Schoklitsch [2], les affouillements se produisant à l'aval de barrages et seuils, mesura entre autres, sur modèle réduit, les affouillements se produisant dans un fond de gravillon placé à l'aval d'un seuil fixe. Les essais furent effectués pour un nombre de Froude constant $Fr = v/\sqrt{gh} = 1{,}02$, pour lequel on observait à l'aval du seuil, où la hauteur d'eau était égale à h, un ressaut hydraulique. Veronese résuma ses mesures dans une formule empirique qui présente le grave inconvénient d'être incompatible avec la loi de similitude de Froude.

Examinant à nouveau les résultats publiés par Veronese, nous étions arrivé à la conclusion qu'ils pouvaient, au contraire, être représentés par une formule conforme à la loi de Froude, formule que nous écrivions (*Wasserkraft und Wasserwirtschaft*, nos 23-24, 1939, p. 269).

$$\Delta y = A_1 + A_2 \left(\frac{h}{D}\right)^{\alpha} q^{\frac{2}{3}}, \qquad (1)$$

---

(1) Séance du 19 février 1940.

(2) *Wasserwirtschaft*, 24, 1932, p. 343.

Δy étant la profondeur de l'affouillement, h la hauteur d'eau à l'amont, D le diamètre caractéristique du gravier et q le débit d'eau par unité de largeur. L'exposant α prenait la valeur $\alpha = 1$; A_1 et A_2 étant, d'après les essais de Veronese, des constantes.

La forme même de cette équation empirique nous fit songer à la formule des débits solides de Meyer-Peter, Favre et Einstein ([3]), que nous rappelons : Si J est la pente de la ligne d'énergie, g^* le débit solide par unité de largeur, on a

$$\frac{q^{\frac{2}{3}}J}{D} = a + b\frac{g^{*\frac{2}{3}}}{D}, \tag{2}$$

a et b étant des constantes qui dépendent de la seule densité des matériaux charriés. En combinant (2) à la loi du régime uniforme

$$q = hv = c'h^{\frac{5}{3}}J^{\frac{1}{2}}D^{-\frac{1}{6}} \tag{3}$$

(où v est la vitesse moyenne du courant), on obtient sans difficultés

$$\left(\frac{D}{h}\right)^{\frac{10}{9}}\left(1 + \frac{b}{a}\frac{g^{*\frac{2}{3}}}{D}\right) = \frac{c'^{\frac{2}{3}}J^{\frac{4}{3}}}{a}, \tag{4}$$

équation très générale qui permet d'étudier certaines particularités des cours d'eau à fond mobile, pour le cas d'un régime uniforme ou quasi uniforme, avec débit solide ($g^* \neq 0$).

Dans le cas spécial envisagé par Veronese, et que nous examinerons seul ici, le débit solide était nul ($g^* = 0$) et $D = \text{const}$. La veine liquide restait découverte sur une certaine distance Δx à l'aval du seuil. Différentions l'équation (4) pour ce cas particulier :

$$\frac{dh}{h} = -\frac{6}{5}\frac{dJ}{J}. \tag{5}$$

Écrivons que l'accroissement $dh = dz - dy$, où dz est la variation de la ligne d'eau et dy la variation du fond du lit. La relation (2) nous donne

$$\frac{1}{J} = \frac{q^{\frac{2}{3}}}{aD}.$$

On tire aisément de (5)

$$dy = dz + \frac{6}{5}\frac{q^{\frac{2}{3}}}{aD}h\,dJ \tag{6}$$

(on écrit une équation analogue, lorsque $g^* \neq 0$, mais constant).

([3]) *Schweiz. Bauzeitung*, 103, 1934, p. 147.

Dans le cas traité par Veronese, on peut écrire, entre le seuil et le point d'éclatement du ressaut, $\Delta x = \int_0^{\Delta x} dx$, x étant l'abscisse du cours d'eau. D'autre part, on peut démontrer ([4]) que le point d'éclatement du ressaut se trouve dans un profil immédiatement en amont du profil où $dy/dx = 0$, ce qui nous permet de déterminer ce point, en confondant pratiquement les deux profils en question. Intégrons l'équation (6) entre zéro et Δx, en posant $\Delta z = \int_0^{\Delta z} dz$ et $\Delta y = \int_0^{\Delta y} dy$. On trouve (en posant $h = h_0$ pour $x = 0$),

$$\Delta y = \Delta z + \frac{6}{5a} q^{\frac{2}{3}} \frac{h_0}{D} \int_{J_0}^{J_{\Delta x}} \frac{h}{h_0} dJ, \tag{7}$$

L'équation (7) est l'équation des affouillements pour le cas traité par Veronese. On observe immédiatement que, pour un nombre de Froude Fr constant, l'intégrale figurant au second membre prend également une valeur constante. L'équation (7) aura donc l'aspect de l'équation (1).

L'équation (7) est d'un maniement malaisé. Mais on peut écrire

$$dy = dz - 4h \frac{dv}{v} \tag{6a}$$

qui, combinée avec l'équation de Bernoulli et l'équation de continuité, se prête au calcul point par point des cours d'eau en équilibre ($g^{\star} = 0$ ou constant), à débit liquide constant, pour $D = \text{const.}$

Il est intéressant de relever ici qu'en partant d'une équation des débits solides établie sur la base d'essais effectués à Zurich, nous puissions retrouver une formule que nous avions déduite il y a quelque temps en étudiant des essais et affouillements effectués à Padoue. Cette concordance confirme l'opinion émise dans une précédente Note que l'ensemble des phénomènes de charriage des matériaux en régime turbulent obéit bien à la loi de Froude généralisée et que la loi de Meyer-Peter, Favre et Einstein a les caractères d'une loi physique ([5]).

([4]) Ch. Jaeger, *Schweiz. Bauzeitung*, **114**, 1939, p. 231.

([5]) Ch. Jaeger, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 208.

PHYSIQUE. — *Mise en formule d'une loi expérimentale : calcul des coefficients de la formule; détermination de la valeur moyenne de la fonction expérimentale. Régularité d'une suite de valeurs expérimentales.* Note [1] de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

Nous avons indiqué [2] comment on pouvait faire épouser *au mieux*, par une courbe théorique, une distribution de points expérimentaux, en identifiant la *valeur moyenne* de la courbe *théorique* et de la fonction *expérimentale*, à l'intérieur d'*autant* de régions, dites *fondamentales*, qu'il y a de paramètres dans la loi théorique.

I. La loi théorique étant, pour les raisons indiquées (*loc. cit.*), prise sous la forme $M + d[(Ax + B) : (x^2 + Cx + D)] : dx$, voici comment se calculent les 5 coefficients M, B, C, D, A.

Soient o, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, les limites des 5 régions en lesquelles est partagé l'intervalle expérimental. Si l'on désigne par $\bar{y}_i$ la valeur moyenne de la fonction expérimentale à l'intérieur de l'intervalle partiel (x_{i-1}, x_i), les coefficients M, C, D sont donnés, en désignant par Σ_k la somme $\Sigma_1^k \bar{y}_i(x_i - x_{i-1})$, par l'équation linéaire

$$M(x_5 - x_3) + C(\bar{y}_5 - \bar{y}_4) + D[x_3x_4\bar{y}_5 - (x_5 + x_4 - x_3)x_3\bar{y}_4 - (x_5 - x_3)\Sigma_3] : x_3x_4x_5 = x_5\bar{y}_5 - x_3\bar{y}_4$$

et les *deux* équations que l'on en déduit, en réduisant les indices d'une unité, *deux* fois de suite.

B et A sont alors donnés successivement par

$$-B : D = x_1(\bar{y}_1 - M) + (C + x_2)(\bar{y}_2 - M) + D(\bar{y}_2 - \bar{y}_1) : x_2$$
$$A = (C + x_1)B : D + (x_1^2 + Cx_1 + D)(\bar{y}_1 - M).$$

II. Reste à examiner comment seront calculées les *valeurs moyennes de la fonction expérimentale*. On détermine par la formule d'interpolation de Lagrange le *polynome* de degré $(n - 1)$, passant par n points *expérimentaux* consécutifs, et l'on en forme une *fonction primitive*. On calcule ainsi, par *bandes successives*, l'aire d'une région fondamentale (comprenant plusieurs groupes de n points), d'où se déduit la valeur moyenne expérimen-

---

(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 329.

tale $\bar{y}$, que l'on obtient sous la forme d'une *fonction linéaire et homogène des ordonnées successives y_i*. Les ordonnées équidistantes des extrémités jouent évidemment le même rôle.

Il est plus expéditif, surtout si les ordonnées ne sont pas équidistantes, de chercher les coefficients de la forme linéaire et homogène en y_i, *en appliquant l'expression cherchée de $\bar{y}$ aux fonctions* $1, x, x^2, \ldots, x^{n-1}$, auxquelles correspondent des valeurs moyennes immédiatement calculables.

Voici les résultats, dans les cas les plus importants :

1° *Bande limitée par les ordonnées* y_1, y_2, y_3, d'abscisses 0, l, $(l+m)$, et l'arc de parabole correspondant :

$$6lm\bar{y} = m(2l-m)y_1 + (l+m)^2 y_2 + l(2m-l)y_3.$$

2° *Bande limitée par les ordonnées* y_2 *et* y_3, et l'arc de parabole défini par ces ordonnées et l'ordonnée *antérieure* (mêmes abscisses que ci-dessus) :

$$6l(l+m)\bar{y} = -m^2 y_1 + (l+m)(m+3l)y_2 + l(3l+2m)y_3.$$

3° *Bandes* définies par des ordonnées équidistantes, *en nombre plus ou moins grand :*

$$6\bar{y} = y_1 + 4y_2 + y_3$$
$$8\bar{y} = y_1 + 3y_2 + 3y_3 + y_4$$
$$90\bar{y} = 7y_1 + 32y_2 + 12y_3 + 32y_4 + 7y_5$$
$$288\bar{y} = 19y_1 + 75y_2 + 50y_3 + 50y_4 + 75y_5 + 19y_6$$
$$840\bar{y} = 41y_1 + 216y_2 + 27y_3 + 272y_4 + 27y_5 + 216y_6 + 41y_7$$
$$17280\bar{y} = 751y_1 + 3577y_2 + 1323y_3 + 2989y_4 + 2989y_5 + 1323y_6 + 3577y_7 + 751y_8$$
$$28350\bar{y} = 989y_1 + 5888y_2 - 928y_3 + 10496y_4 - 4540y_5 + 10496y_6 - 928y_7 + 5888y_8 + 989y_9.$$

III. Les bandes à trois ordonnées sont-elles suffisantes? *Jusqu'à quel degré* doit-on pousser, pour le calcul d'une *valeur moyenne*, la courbe joignant les points expérimentaux ? Nous avons, reprenant certaines mesures citées dans notre dite Note, effectué le calcul d'une valeur moyenne, dans différents intervalles, en utilisant des *bandes* consécutives à un nombre variable d'ordonnées

1 ordonnée à la fois	45,7552	49,3585	53,1923	53,4375
Bandes à 2 ordonnées	45,7491	49,3658	53,3217	53,5937
» 3 »	45,7472	49,3661	53,3311	53,6058
» 4 »	45,7478	49,3637	53,3288	53,6091
» 5 »	45,7470	49,3664	53,3307	53,6050
» 7 »	45,7466	49,3686	53,3337	53,6025
» 9 »	45,7384	—	—	53,5654

On voit que des trapèzes comportant un côté curviligne du 2e ou du 3e degré (3 ou 4 ordonnées) *suffisent* bien. Par contre, quand le degré augmente notablement, la valeur moyenne que l'on calcule éprouve ordinairement des variations irrégulières, traduisant la régularité imparfaite de la *suite des valeurs expérimentales*. On peut donc, pratiquement, définir l'*irrégularité* d'une telle suite par la *complexité* (nombre des ordonnées) qu'il faut donner au trapèze de quarrage pour que le calcul de la valeur moyenne n'aille plus en s'*améliorant*. Il était classique de découvrir l'irrégularité par la considération des *différences successives*; mais, outre que ce procédé, qui exige l'*équidistance* des ordonnées, est *inutilement* sensible, il porte sur la comparaison de valeurs expérimentales *isolées*, tandis que le procédé proposé ici ne fait jouer que des *moyennes*, que l'on peut *toujours* calculer.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur la théorie du deuton.*
Note de M. **Jacques Solomon**, présentée par M. Paul Langevin.

Dans la théorie du deuton, basée sur la théorie actuelle du mésoton, le niveau fondamental est un mélange d'états ^3S et ^3D, d'où, conformément à l'expérience, un moment électrique quadrupolaire. Nous nous proposons ici d'obtenir une évaluation directe des proportions de ce mélange. Soient $u(r)/r$ et $v(r)/r$ les parties radiales des fonctions d'onde relatives aux états ^3S et ^3D. On peut montrer directement, à partir des équations différentielles (1) qui déterminent u et v, que, tout au moins lorsque r n'est pas trop grand, on a l'équation

$$\frac{v}{u}-\frac{u}{v}=\frac{\dfrac{MC}{\hbar^2}\left(1+\dfrac{3}{\lambda r}+\dfrac{3}{\lambda^2 r^2}\right)\dfrac{e^{-\lambda r}}{r}-\dfrac{MK}{\hbar^2}\,\dfrac{e^{-\lambda r}}{r}-\dfrac{6}{r^2}}{-\dfrac{CM\sqrt{2}}{\hbar^2}\left(1+\dfrac{3}{\lambda r}+\dfrac{3}{\lambda^2 r^2}\right)\dfrac{e^{-\lambda r}}{r}},$$

où M est la masse du proton (ou du neutron), $\hbar$ la constante de Planck divisée par 2π, λ l'inverse de la longueur d'onde de Compton relative au mésoton, et où C et K sont des grandeurs ayant les dimensions du carré d'une charge et liées aux constantes d'interaction g_i de la théorie générale

(1) F. J. Belinfante, *Theory of heavy Quanta*, 1939, p. 94.

des mésotons par les relations

$$C = g_2^2 - g_3^2, \qquad K = g_2^2 + \frac{g_3^2}{2} + \frac{3g_1^2}{2}.$$

On peut tirer de là, pour chaque valeur de r, la valeur du rapport v/u. Soit, par exemple,

$$C = -\gamma\hbar c, \qquad K = \frac{8}{3}\gamma\hbar c,$$

où γ est un nombre sans dimensions; on a, pour deux valeurs de $a = (6/\gamma)(\mu/M)$ (où μ est la masse du mésoton), le tableau suivant :

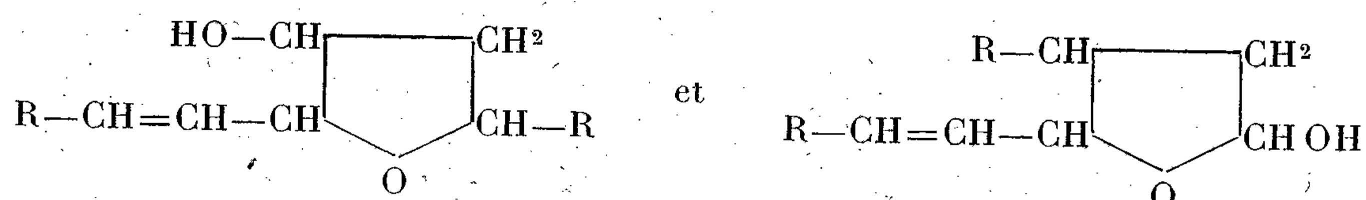
λr..............	0,25.	0,33.	0,50.	1.	2.	3.
$\frac{v^2}{u^2}(a=2)$........	0,45	0,43	0,42	0,28	0,12	0,07
$\frac{v^2}{u^2}(a=3)$........	0,42	0,41	0,40	0,23	0,08	0,04

La *composition* de l'état fondamental du deuton est fixée par la valeur du rapport $\frac{\int v^2\,dr}{\int u^2\,dr}$. Le tableau précédent nous montre que ce rapport est certainement inférieur à 0,4, autrement dit que l'état ^3D entre pour une proportion certainement inférieure à 40 % dans l'état fondamental du deuton. On notera que cette limite supérieure est forcément abaissée lorsqu'on *coupe* l'intégration sur le rayon à une distance supérieure à $\lambda r = 0,25$. En tout cas, ce qui précède nous fait prévoir l'existence de déviations importantes de l'effet photoélectrique du deuton par rapport aux calculs classiques de Bethe et Peierls. Il semble encore en résulter, si l'on applique ce résultat au calcul du moment magnétique du deuton, que l'additivité des moments magnétiques n'est pas respectée, ce qui est en accord avec le fait que les dimensions du deuton sont, d'après Wilson (2), justement de l'ordre de $1/\lambda$.

(2) A. H. Wilson, *Proc. Camb. Phil. Soc.*, 34, 1938, p. 365.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Réduction d'un mélange d'aldéhydes benzoïque et crotonique.* Note [1] de M. **Z.-Charles Glacet**, transmise par M. Robert Lespieau.

M. J. Wiemann et moi-même [2] avons constaté que la réduction d'une aldéhyde α-éthylénique R—CH=CH—CH=O, par le magnésium en milieu acétique, donnait des dérivés du tétrahydrofurane de la forme



Nous avons expliqué la formation de ces corps par la réduction de l'ion $R-\overset{+}{C}H-\overset{-}{C}H-\overset{+}{C}H-\overset{-}{O}$ en un radical $R-\underset{|}{C}H-CH^2-\underset{|}{C}H-OH$, suivie de la fixation de ce radical sur la double liaison aldéhydique.

Il semblait possible d'obtenir des dérivés mixtes en réduisant un mélange de deux aldéhydes. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons réduit un mélange des aldéhydes benzoïque et crotonique.

La réduction de l'aldéhyde benzoïque seule donne un produit pâteux constitué presque totalement par de l'hydrobenzoïne et de l'isohydrobenzoïne accompagnées d'un peu de benzhydrol. Comme cela était à prévoir, l'aldéhyde benzoïque ne se réduit donc pas comme une aldéhyde α-éthylénique de la série grasse; le carbone à polarité négative du cycle ne fixe pas d'hydrogène.

Dans le cas d'une réduction condensatrice, ce sera donc principalement le groupement carbonyle de l'aldéhyde benzoïque qui fixera le radical formé par réduction d'une deuxième aldéhyde.

La réduction d'un mélange d'aldéhydes benzoïque et crotonique donne une huile incolore $E_{0,5}$ 105-108°. Les constantes physiques et les quelques propriétés chimiques de ce produit que nous avons étudiées sont en accord avec la formule de l'un des isomères



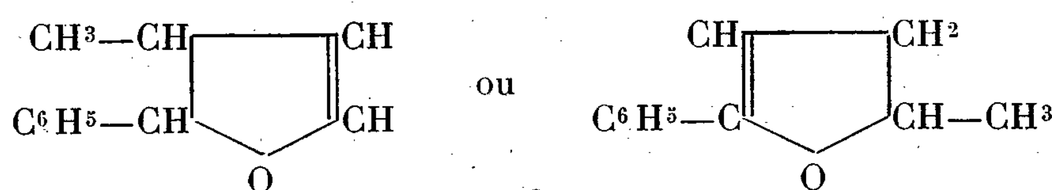
(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1239 et 1358.

L'indice de réfraction n_D^{21} 1,5347 et la densité d_4^{21} 1,102 donnent une réfraction moléculaire de 50,26 pour 50,36 calculée. Le dosage du carbone et de l'hydrogène a fourni C % 73,6; H % 7,98, pour 74,1 et 7,86 calculé.

L'acétylation pyridinée de ce produit nous a montré que la molécule ne contenait qu'une fonction alcool. Cette acétine présente les constantes suivantes : $E_{0,8}$ 112°; $n_D^{19,5}$ 1,5061; $d_4^{19,5}$ 1,091. La réfraction moléculaire trouvée est 59,85 pour 59,72 calculée. L'indice d'acétyle, mesuré pour saponification alcaline, montre qu'il s'agit bien d'une monoacétine.

La déshydratation de l'alcool, au moyen du sulfate de cuivre, donne un carbure avec de très mauvais rendements. Le même carbure est obtenu bien plus facilement par simple chauffage de l'acétine entière 150 et 175° sous une pression de 40^{mm}. Les constantes physiques en sont les suivantes : E_{13} 99-100°; n_D^{18} 1,5234; d_4^{18} 1,0105. La réfraction moléculaire trouvée est 48,39 pour 48,37 calculée pour les carbures



Par combustion nous avons trouvé C % 82,4; H % 7,5, pour 81,8 et 7,7 calculé.

Ce carbure ne fixe rapidement à froid qu'une molécule de brome. Nous avons proposé deux formules isomères pour l'alcool que nous venons de décrire. L'étendue du point d'ébullition peut faire supposer qu'il s'agit d'un mélange de ces deux corps; cependant les fractions qui passent au début et à la fin de la distillation nous ont donné la même acétine et, par déshydratation, nous n'avons obtenu qu'un seul carbure.

Nous nous proposons, dès que les circonstances le permettront, de poursuivre ce travail en étudiant les produits d'oxydation de l'alcool isolé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur le spectre Raman des cétimines substituées et sur l'isomérie de ces bases.* Note de M. **Roger Cantarel**, transmise par M. Paul Sabatier.

Les doubles liaisons C=C et C=O sont toutes deux caractérisées par une raie de fréquence Raman comprise entre 1500 et 1750 cm^{-1}; dans le cas de structure identique, la raie de la double liaison du carbonyle a une fréquence Raman plus élevée que celle de la double liaison éthylénique.

La double liaison entre carbone et azote (bases de Schiff, cétimines substituées) a été moins étudiée et aucune détermination n'a été faite sur les cétimines libres (¹). Il nous a paru intéressant de préciser la fréquence caractéristique de la liaison C=N et de la situer par rapport aux fréquences correspondantes des liaisons C=C et C=O.

Dans ce but, nous avons étudié la diphénylcétimine et diverses cétimines substituées décrites dans une Note précédente (²). Nous avons fait les spectres de la diphénylcétimine liquide et de la benzophénone liquide pour comparer les liaisons C=N et C=O; celui de la benzhydrylamine nous a permis de caractériser les raies dues à la double liaison.

Résultats. — Dans les tableaux suivants, nous indiquons la fréquence Raman et l'intensité relative.

Benzophénone $(C^6H^5)^2{>}C{=}O$.

146	6	410	2	722	7	945	2	1151	14	1485	3	2778	8
224	6	565	5	766	5	1001	15	1274	4	1540	2	3052	2
286	4	613	7	808	2	1028	10	1314	1	1595	15		
401	2	712	7	851	3	1103	1	1445	3	**1658**	14		

Diphénylcétimine $(C^6H^5)^2{>}C{=}N$.

150	6	432	2	762	4	938	3	1172	2	1485	3	2778	6
218	6	563	4	791	2	995	15	1188	3	1530	3	3052	3
289	3	613	6	806	1	1021	8	1272	2	1558	7		
363	2	652	1	845	3	1072	1	1354	3	1588	14		
403	3	712	6	892	2	1152	12	1440	3	**1649**	10		

Benzhydrylamine $(C^6H^5)^2{>}CH{-}NH^2$.

165	4	416	3	613	4	734	4	942	2	1152	4	1599	6
224	3	553	2	634	1	802	4	998	15	1181	6	2778	8
273	4	588	1	697	1	845	2	1022	6	1577	3	3052	3

Benzhydrylidène-benzylamine $(C^6H^5)^2{>}C{=}N{-}CH^2{-}C^6H^5$.

148	6	613	6	899	2	1158	8	1493	6	2494	4	3112	2
204	6	705	3	940	3	1276	8	1568	8	2778	10		
396	2	766	2	1000	13	1313	3	1590	12	3049	3		
553	3	821	3	1029	6	1443	2	**1622**	8	3052	3		

Benzhydrylidène-benzhydrylamine $(C^6H^5)^2{>}C{=}N{-}CH{<}(C^6H^5)^2$.

205	3	613	4	998	8	1151	4	1490	1	1590	7
578?	1	835	3	1025	3	1276	2	1564	4	**1618**	4

Pour tous ces corps, à l'exception de la benzhydrylamine, on observe

(¹) BONINO et CELLA, *Atti Lincei*, **15**, 1932, p. 568; BONINO et MANZONI, *Z. Phys. Chem.*, **22**, 1933, p. 169; A. KIRMANN et P. LAURENT, *Bull. Soc. Chim.*, **6**, 1939, p. 1657.

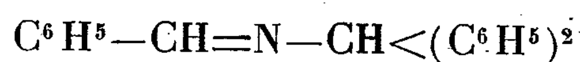
(²) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 403.

une raie forte dans la région des fréquences caractéristiques des liaisons éthylénique et cétonique; sa disparition dans le cas de la benzhydrylamine confirme bien son origine dans la liaison C = N. La comparaison des deux premiers spectres fait apparaître une fréquence Raman plus faible pour la liaison C = N que pour la liaison C = O (1649 contre 1658 cm^{-1}), et cette raie a une intensité plus faible dans le cas de la cétimine (10 contre 14). La comparaison des spectres de la diphénylcétimine et de la benzhydrylamine fait apparaître une série de raies, plus faibles, caractéristiques du groupe C=N, qui s'évanouissent par substitution. Nous observons très nettement l'influence de plus en plus marquée des noyaux phényl sur la raie caractéristique, à mesure que ces noyaux s'accumulent sur la double liaison : sa fréquence Raman diminue à la fois en valeur propre (1649 à 1618 cm^{-1}) et en intensité (10 à 4). Signalons également deux raies, de fréquences moyennes 1274 et 1490 cm^{-1} pour tous les corps possédant le groupement $(C^6H^5)^2{>}C{=}$.

De ces premières mesures, il résulte que la fréquence caractéristique propre de la liaison C=N des cétimines est comprise entre celles des liaisons C=C et C=O et qu'elle est très voisine de la liaison cétonique.

Isomérie. — Nous avons pu observer que, parmi les bases de Schiff obtenues ([2]), celles qui possédaient le groupement >C=N—CH< donnaient lieu, sous l'influence de certains agents, à une transposition moléculaire : ce groupement s'isomérise en >CH—N=C<; quelques cas isolés d'équilibres isomériques analogues ont été signalés ([3]).

Il nous a paru intéressant d'observer cette modification de structure sur le spectre Raman des isomères préparés à l'état de pureté. Nous avons étudié l'équilibre benzhydrylidène-benzylamine ⇌ benzylidène-benzhydrylamine. Les raies du spectre du premier de ces corps ont été indiquées plus haut; voici celles de la benzylidène-benzhydrylamine :



150	3	642	2	884	2	1168	4	1494	2	1593	10	2778	6
212	3	751	1	1000	8	1215	5	1531	2	1636	10	3049	2
613	4	815	1	1030	3	1445	2	1569	3	2494	1	3052	2
												3108	1

Dans la benzhydrylidène-benzylamine, deux noyaux phényl se trouvent sur le C doublement lié à l'N : la raie caractérisant la double liaison est

([3]) Turcan, *Bull. Soc. Ch.*, 51, 1932, p. 486; Ingold et Wilson, *J. Chem. Soc.*, 1933, p. 1501.

déplacée vers des fréquences Raman plus faibles (1622 contre 1236 cm^{-1}), et la raie de fréquence moyenne 1274 caractéristique du groupement $(C^6H^5)^2>C=$ apparaît. On retrouve dans les deux spectres la raie de fréquence moyenne 1490 due au groupement $_{C^6H^5}>C=$, mais son intensité est fortement diminuée dans le cas de la benzylidène-benzhydrylamine où la seconde substitution sur le C est un atome d'hydrogène, sa fréquence étant par ailleurs très légèrement augmentée (1494 contre 1493 cm^{-1}).

L'étude de ces deux isomères nous a permis de montrer qu'ils sont très différenciés par leur spectre Raman, et que ces spectres seront susceptibles de donner de précieuses indications pour l'étude de l'équilibre isomérique de ces substances.

HYDROLOGIE. — *Une méthode d'auscultation d'une circulation souterraine dans un terrain fissuré.* Note [1] de M. **Frédéric Diénert**.

Il est intéressant de posséder de nombreuses méthodes d'auscultation de la circulation des eaux souterraines dans un terrain fissuré pour pouvoir se faire une idée de plus en plus exacte de la façon dont celle-ci s'effectue. Par exemple, au moyen d'une introduction de sel marin dans un puits parcouru par un courant et en utilisant comme prospection géophysique la méthode différentielle des résistivités, on peut suivre les canaux par lesquels l'eau souterraine sort de ce puits. L'emploi des matières colorantes fait connaître la source où ces eaux reparaissent. Toutefois encore, par ces méthodes, de nombreux détails de cette circulation manquent et nous avons mis au point et contrôlé un procédé simple et économique pour connaître certains d'entre eux. Il ne peut être utilisé que dans un puits dont la partie inférieure, baignant dans l'eau, a été conservée à l'état naturel, c'est-à-dire sans aucune maçonnerie.

Admettons un puits parcouru par un courant d'eau de débit q à la seconde. Une réserve d'eau V, qu'on peut mesurer, existe dans ce puits. Versons, dans ce dernier, deux substances faciles à doser et inoffensives, par exemple du sel marin et du glycocolle, dont le pouvoir de diffusion est très différent. Mélangeons intimement ces substances à l'eau du puits au

(1) Séance du 19 février 1940.

moyen d'un agitateur simple mais puissant, de forme hélicoïdale. Ces substances seront entraînées par le courant et disparaîtront peu à peu du puits. En même temps elles diffuseront. Soient a et b les teneurs, par litre d'eau du puits, de chacune des substances introduites, et K et K' les coefficients de diffusion qui, en réalité, représentent ici le débit des substances diffusées par unité de temps. Nous écrirons que la perte de substances dans l'eau du puits est égale à la quantité de ces mêmes substances enlevées par le courant d'eau et la diffusion :

$$-\mathrm{V}\, da = qa\, dt + \mathrm{K} a\, \varphi(t)\, dt,$$

d'où

$$\mathrm{V}\, ln \frac{a_0}{a} = qt + \mathrm{K} \int_0^t \varphi(t)\, dt,$$

$$\mathrm{V}\, ln \frac{b_0}{b} = qt + \mathrm{K}' \int_0^t \varphi'(t)\, dt,$$

qu'on peut écrire

$$\frac{\mathrm{V}\, ln \frac{a_0}{a} - qt}{\mathrm{V}\, ln \frac{b_0}{b} - qt} = \frac{\mathrm{K} \int_0^t \varphi(t)\, \delta t}{\mathrm{K}' \int_0^t \varphi'(t)\, \delta t} = m.$$

De même, en refaisant un nouveau prélèvement au temps t', on retombe sur une formule identique

$$\frac{\mathrm{V}\, ln \frac{a_0}{a_1} - qt'}{\mathrm{V}\, ln \frac{b_0}{b_1} - qt'} = \frac{\mathrm{K} \int_0^{t'} \varphi(t)\, \delta t}{\mathrm{K}' \int_0^{t} \varphi'(t)\, \delta t} = m'.$$

Nous avons vérifié au laboratoire que $m = m'$, avec une approximation de moins de 5 %, à la condition, cependant, que l'agitation soit suffisante dans le puits pour maintenir l'homogénéité du mélange pendant tout le cours de l'opération.

Admettons qu'on procède à cette opération à différents moments quand le niveau du puits varie. Plusieurs cas peuvent se présenter.

a. Le niveau du puits est très peu variable et son débit est presque constant. — Le puits est alimenté par un réseau de très fines fissures formant réservoir d'accumulation à l'amont, ou bien on est situé dans la partie la plus amont du périmètre d'alimentation du réseau aquifère souterrain.

b. Le niveau du puits est très peu variable et son débit augmente beaucoup

en temps de crue. — Le puits est alimenté par une fissure suffisamment large à l'aval pour écouler tout le débit d'eau qu'elle draine et qui provient d'un périmètre plus ou moins étendu à l'amont.

c. Le niveau du puits s'élève beaucoup en temps de crue mais son débit augmente peu. — Le puits est alimenté par une fissure dont les dimensions sont insuffisantes à l'aval pour écouler le débit des eaux qu'elle draine à l'amont et, probablement, les eaux s'écoulent par une autre fissure plus large située à l'amont.

d. Le niveau du puits s'élève à certains moments tandis que le débit diminue momentanément pour augmenter ensuite. — Il doit exister très probablement à l'aval une autre fissure dont le débit d'eau fait momentanément barrage à l'écoulement de l'eau de la fissure alimentant le puits.

e. Le niveau du puits s'élève en temps de crue et son débit augmente. — Le puits est alimenté par une fissure qui ne peut écouler, à l'aval, tout le débit d'eau drainé venant de l'amont, ou encore peut recevoir de l'eau d'une fissure en communication continuelle avec une autre diaclase dont les dimensions deviennent insuffisantes pour engouffrer l'augmentation du débit

f. En temps de basses eaux le puits est sans courant et n'en manifeste qu'en hautes eaux. — Ceci tient à la surélévation du niveau d'eau dans le puits qui a permis à l'eau de s'échapper par une fisssure trop haute, en temps de sécheresse, pour écouler l'eau arrivant dans cet ouvrage.

g. Le puits, en tout temps, n'est parcouru par aucun courant. — Il s'alimente à un courant d'eau situé en dehors du puits. Si le niveau d'eau s'élève rapidement dans cet ouvrage, en période humide, le courant d'eau ne doit pas être très éloigné du puits. Dans le cas contraire, on ne peut tirer aucune conclusion des variations de niveau.

Ces constatations ont presque toutes un intérêt pratique.

ÉCOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations saisonnières de la pression osmotique chez quelques Phanérogames atlantiques.* Note de M. **Georges Lemée**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Si le bilan hydrique et particulièrement les fluctuations de la pression osmotique des végétaux méditerranéens et médio-européens ont été l'objet de plusieurs études, il n'en est pas de même des végétaux dont l'aire est confinée dans la partie de l'Europe occidentale à climat océanique

tempéré. J'ai entrepris de rechercher le comportement osmotique de certaines de ces espèces dites « atlantiques » en rapport avec le climat, à Besse-en-Chandesse dans les Monts Dores.

La méthode utilisée a été celle de Walter, par mesure cryoscopique des sucs cellulaires extraits sous pression d'échantillons fixés au préalable à 100°. Ces échantillons ont été prélevés parmi des peuplements homogènes présentant le maximum de vitalité sous des conditions écologiques optimales; les prélèvements ont été faits entre 9 et 10^h, par des journées claires offrant des conditions météorologiques aussi semblables que possible. Le tableau suivant donne les résultats obtenus, sous la forme de la température du *point de congélation du suc cellullaire*, ou Δ.

Espèces.	Altitudes (m).	1938. 25-VII.	23-VIII.	16-IX.	3-XI.	10-XII.	1939. 10-IV.	20-V.	27-VI.	13-VII.	26-VIII.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Calluna vulgaris.....	1035	−1,44	−1,71	−2,00	−1,86	−2,27	**−2,96**	−1,40	−1,16	−1,36	−1,63
Sarothamnus scoparius............	1040	−1,16	−1,56	−1,51	−1,69	**−1,90**	−1,65	−1,73	−1,20	−1,19	−1,28
Genista pilosa.......	1000	−1,08	−1,30	−1,24	−1,46	**−1,86**	−1,49	−1,15	−0,94	−0,96	−1,21
Ulex europæus.......	1040	−0,98	−1,00	−1,11	−1,30	−1,46	−1,42	**−1,67**	−1,04	−1,07	−1,08
Teucrium Scorodonia (forme de soleil)....	1000	−0,86	−1,01	−1,16	**−1,24**[a]	−1,16[b]	−1,20	−0,92	−0,87	−0,90	−1,04
Idem (forme d'ombre).	1000	−0,79	−0,95	−1,07	−1,29	**−1,53**[a]	−1,20	−0,88	»	−0,87	−0,99
Chrysosplenium oppositifolium.........	1000	»	−0,63	−0,63	»	−0,67	**−0,72**	−0,60	−0,56	−0,61	−0,60

([a]) Feuilles âgées. ([b]) Jeunes feuilles.

Bien que la Callune ne soit pas une espèce atlantique, j'en ai fait l'étude à cause de son aire qui, limitée à la Russie occidentale, en fait une espèce intermédiaire entre les stirpes strictement atlantiques et ceux d'extension eurasiatique. Toutes ces espèces poursuivent leur assimilation en hiver par feuilles persistantes, tiges à tissu chlorophyllien ou pousses feuillées. Elles présentent un minimum de pression osmotique en juin et un maximum hivernal, à l'exception, pour ce dernier, d'*Ulex europæus* qui conserve jusqu'à la fin de juin son aspect hivernal à sa limite altitudinale. La baisse vernale correspond à la phase de croissance active; une transpiration plus active en été peut expliquer les variations quotidiennes, mais non la hausse régulière qui se poursuit jusqu'à l'hiver; en outre, la pluviosité augmente assez régulièrement de juillet à décembre, et j'ai constaté parallèlement une élévation d'ensemble du contenu en eau en été et en automne chez les

espèces étudiées. L'augmentation de pression osmotique est donc due à des causes internes dont la principale serait l'accumulation de matières de réserves solubles pendant la période d'assimilation active et, à la fin de l'automne, la transformation par hydrolyse de l'amidon en glucides solubles, comme l'a admis Gail (¹). L'observation microscopique m'a montré un net appauvrissement automnal des tissus en amidon.

Au contraire de la végétation méditerranéenne, le climat général a une influence secondaire sur les variations de pression osmotique des plantes atlantiques. D'autre part, le caractère océanique du climat ne modifie pas le sens des variations saisonnières osmotiques, comme le montre le parallélisme des courbes que j'ai observées avec celles des végétaux dont l'aire s'étend à toute la Région florale euro-sibérienne ou à des parties de cette Région autres que le Domaine atlantique.

La valeur de la pression osmotique et l'importance de ses variations diffèrent avec les espèces. Les sous-arbrisseaux xéromorphes de lande, *Calluna*, *Ulex*, *Genista*, *Sarothamnus*, ont presque constamment une pression plus élevée que *Teucrium*, plante sciophile dans son habitat optimal. Mais lorsque ce dernier colonise les stations éclairées et arides, comme les rochers, sa pression osmotique est un plus élevée; en même temps sa transpiration (en % de poids frais) peut devenir double de celle de la forme d'ombre et aller jusqu'à la fanaison temporaire. *Chrysosplenium*, espèce à la fois hygrophile et sciophile, conserve une pression osmotique faible et uniforme (7,8 à 10 atm.).

Parmi les espèces xéromorphes appartenant au même habitat de lande, celle de la pression osmotique s'élève le plus en hiver, la callune (42^{atm}), s'étend le plus loin vers l'Est et s'élève le plus haut en altitude (1880^{m}, au Sancy); celle dont la pression demeure le plus faible, l'Ajonc, s'étend à peine plus à l'Est que l'Auvergne sous sa latitude et s'élève le moins en altitude (104^{m} dans les Monts Dores). Cette particularité peut s'expliquer par le fait que les formes les plus résistantes au froid hivernal sont celles dont la concentration du suc cellulaire est la plus élevée en cette période. La limite orientale et altitudinale de l'aire des végétaux atlantiques serait donc déterminée, au moins pour une part, par leur capacité à élever sans dommage leur pression osmotique. Walter avait déjà observé en 1929 (²) que certaines plantes à affinités atlantiques ne peuvent élever leur pression osmotique hivernale au-dessus de 25 atmosphères.

(¹) *Botanical Gazette*, **138**, 1926, p. 434-445.

(²) *Ber. der d. Bot. Gesell.*, **47**, 1929, p. 338-348.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur les potentialités des différentes parties du blastoderme non incubé de Poulet.* Note (¹) de M. **Hubert Lutz**, présentée par M. Maurice Caullery.

La méthode de la greffe chorio-allantoïdienne modifiée par Et. Wolff et moi-même (²) m'a permis de reprendre l'étude des potentialités des différentes parties du blastoderme *non incubé* de Poulet.

1. A cet effet, dans une première série d'expériences, j'ai prélevé l'anneau périphérique du blastoderme non incubé et l'ai greffé, comme dans mes précédentes expériences, entre la séreuse et l'allantoïde d'un embryon de 4 à 5 jours. Sur 16 hôtes soumis à l'expérience, 15 ont vécu jusqu'à la fin de l'expérience et, dans 13 cas, la greffe a réussi; dans certains cas, les

Greffons découpés parallèlement à l'axe embryonnaire présumé.
(Résultats obtenus après 8 à 10 jours d'incubation.)

	Greffes réussies.	Greffons non retrouvés.	Hôte mort prématurément.	Total.
Morceaux lat. droits..	19	16	8	43
» médians....	25	12	3	40
» lat. gauches.	17	10	11	38

greffons avaient largement proliféré, mais aucune différenciation embryonnaire caractéristique ne s'est produite. L'anneau périphérique ne donne donc, en greffe chorio-allantoïdienne, aucun organe de l'embryon. Il appartient tout entier à l'aire extra-embryonnaire future.

2. Dans une deuxième série d'expériences, j'ai divisé le disque central du blastoderme (aire embryonnaire présumée) en 3 bandelettes d'égale largeur, découpées perpendiculairement au grand axe de l'œuf, en conséquence, d'après la loi de von Baer, parallèlement à l'axe présumé du futur embryon.

Les trois catégories de greffons ont donné naissance à des formations embryonnaires caractérisées. J'ai retrouvé la plupart des organes primordiaux de l'embryon, et cela aussi bien à partir des morceaux médians que des morceaux latéraux. Les différenciations histologiques les plus fréquentes sont des éléments du système nerveux, chorde, hypophyse, thyroïde,

(¹) Séance du 18 mars 1940.
(²) *C. R. Soc. Biol.*, 132, 1939, p. 117.

pharynx, tube digestif, foie, pancréas, canalicules urinaires, cartilage, muscles et des éléments du cœur.

Différenciations histologiques obtenues à partir des trois catégories de greffons.

	Système nerveux.	Chorde.	Hypophyse.	Thyroïde.	Pharynx.	Tube digestif.	Cœur.	Muscle.	Cartilage.	Canalic. urinaires.	Yeux.
Morc. lat. droits..	18	14	8	2	9	10	5	10	11	5	7
» médians....	23	15	6	1	10	15	4	12	14	7	8
» lat. gauches.	13	9	1	2	4	9	1	7	9	5	2

Dans un grand nombre de cas, le greffon présentait un aspect massif, une certaine différenciation morphologique permettant de reconnaître à l'aspect extérieur la nature de l'organe ou du tissu formé (par exemple système nerveux, différenciations oculaires et cardiaques). Cette série permet de conclure que, dans les conditions de l'expérience, les trois morceaux, latéraux et médian, de l'aire centrale embryonnaire sont équipotentiels. Ils peuvent donner naissance aux organes primordiaux de l'embryon, en particulier à ses organes axiaux.

3. Dans une troisième série d'expériences, j'ai découpé l'aire centrale du blastoderme en 2 parties égales, mais cette fois perpendiculairement à l'axe présumé du futur embryon. (Dans d'autres expériences, l'aire embryonnaire a été découpée en 3 bandelettes transversales.) L'orientation a été faite, soit d'après la loi de von Baer, soit d'après la méthode que j'ai exposée ([3]) et qui présente une certitude bien plus grande (observation du croissant extra-embryonnaire).

Expériences de greffe des morceaux découpés transversalement.

Orientation d'après la méthode		Greffes réussies.	Greffons non retrouvés.	Hôtes morts prématurément.	Total.
de von Baer	Partie antérieure....	11	7	3	21
	» postérieure...	12	5	3	20
du croissant	Partie antérieure....	8	6	4	18
	« postérieure...	10	5	4	19

L'examen macroscopique des greffons, prélevés le 9e jour, révèle la présence de formations embryonnaires, telles que vésicules cardiaques, vésicules cérébrales, yeux, aussi bien à partir des fragments antérieurs que des fragments postérieurs. Les premiers résultats de l'étude histologique

([3]) *Comptes rendus*, **209**, 1940, p. 450.

paraissent montrer l'équipotentialité des bandelettes transversales de l'aire centrale du blastoderme. Les morceaux antérieurs ou postérieurs sont capables, semble-t-il, de donner, à eux seuls, les organes primordiaux de l'embryon, d'édifier, à eux seuls, un axe embryonnaire. Ce résultat n'a pu être entièrement assuré, par suite des circonstances ([1]), mais l'existence de greffons massifs et de différenciations morphologiques visibles extérieurement dans les deux séries tend à prouver que les deux moitiés sont équipotentielles.

Conclusions. — Les expériences de greffes chorio-allantoïdiennes de fragments de blastodermes non incubés de Poulet montrent :

1° que l'anneau extérieur du blastoderme ne donne aucune formation embryonnaire;

2° que des fragments de l'aire centrale, découpés sagittalement, sont équipotentiels et capables de donner les organes primordiaux d'un embryon;

3° qu'il en est vraisemblablement de même de fragments de l'aire centrale, découpés transversalement.

Il découlerait de ces résultats qu'il n'y a pas de territoire organogène localisé à une partie de l'aire embryonnaire, mais qu'initialement l'aire embryonnaire est un système équipotentiel.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés spectrales et physico-chimiques de la colchicine.* Note de Mlle **Henriette Schuhler**, transmise par M. Marc Tiffeneau.

La colchicine, en raison des modifications qu'elle peut provoquer dans la division cellulaire (Dustin), présente un intérêt biologique particulier; aussi avons-nous tenté d'étudier quelques-unes de ses propriétés physico-

---

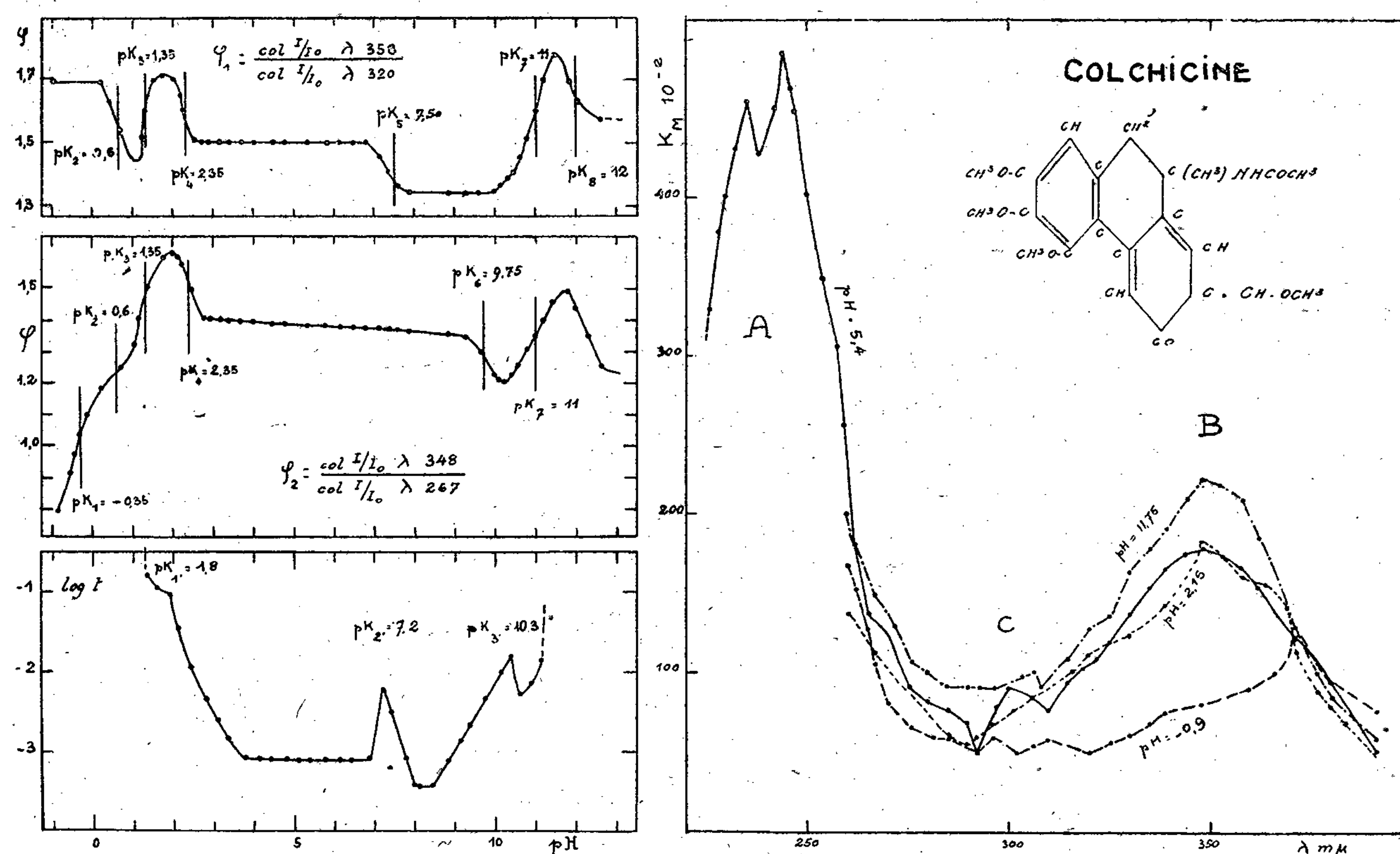
([1]) Les événements d'août-septembre 1939 ont interrompu brusquement le travail de dépouillement histologique des résultats, en cours au Laboratoire de Biologie générale de la Faculté des Sciences de Strasbourg, sous la direction de M. Et. Wolff. Il y a peu d'espoir que ce travail puisse être repris avant longtemps. C'est pourquoi l'auteur s'est décidé à en publier les résultats essentiels, sous leur forme actuelle encore incomplète.

chimiques. Nous avons déterminé les constantes de dissociation et l'absorption ultraviolette.

La colchicine utilisée (Pointet-Girard), cristallisée, fond à 147° (théor. 145°).

Par la méthode de la courbe de neutralisation, on a obtenu, sur une solution à 2.10^{-5} %, par mesures potentiométriques à l'électrode d'antimoine, trois constantes de dissociation de valeurs pK 1,8, 7,2 et 10,3. Kolthoff avait déjà déterminé un pK à 1,79, et Weise et Lévy [1] un autre à 0,14. La constante 7,2 est de l'ordre de grandeur de celles observées dans la plupart des alcaloïdes dérivés de la morphine (de 6 à 8).

Le spectre ultraviolet a été obtenu par une technique quantitative connue [2]. A pH constant, avec des concentrations échelonnées de



A droite : Spectre ultraviolet de la colchicine pour différents pH. *A gauche :* Courbes des rapports d'absorption φ en fonction du pH; *en bas*, courbe de coefficient-tampon.

M/20000 à M/200000, nous avons pu vérifier que la loi de Beer s'applique, dans les limites de la précision, à l'ultraviolet (entre λ 260 et 320$^{m\mu}$). A pH 5,4, le spectre ultraviolet (*fig.* 1) montre deux zones d'absorption : un

---

(1) Kolthoff, *Biochem. Ztschr.*, 1 et 2, 1925, p. 287-353; Weise et Lévy, *J. de Chim. Phys.*, 14, 1926, p. 261.

(2) F. Vlès, *Arch. Phys. biol.*, 11, 1934, II, p. 77-110.

massif de bandes A, à pente très rapide, lequel se dédouble en deux bandes étroites à λ 244 et 235$^{m\mu}$ et possède un double contrefort sur λ 267 et λ 280$^{m\mu}$; d'autre part un massif épais B, à large maximum sur λ 348$^{m\mu}$, qui présente un contrefort vers λ 320. Entre A et B se place un élément bas C, vers λ 300$^{m\mu}$. L'ensemble de ce spectre est d'accord avec les données publiées par de Laet, Laine et J. Maury (3).

Sur une solution à 10^{-5} $^0/_{00}$, on a réalisé des variations de pH par addition de HCl ou de NaOH. Dans ces conditions, le spectre varie peu entre pH 3 et 7; mais en dehors de ces limites, et surtout dans l'extrémité inférieure de l'échelle des pH, l'intensité subit de grandes variations et les contreforts peuvent disparaître; les déplacements en longueur d'onde des bandes deviennent importants pour les pH inférieurs à 1. On peut traduire les modifications de l'absorption, suivant la méthode de Vlès (4), par l'examen des rapports d'absorption $\varphi_1 = (\mathrm{colog}\, I/I_0\, \lambda\, 358)/(\mathrm{colog}\, I/I_0\, \lambda\, 320)$, pris sur la bande A; et $\varphi_2 = (\mathrm{colog}\, I/I_0\, \lambda\, 348)/(\mathrm{colog}\, I/I_0\, \lambda\, 267)$, joignant les bandes A et B. D'après les inflexions de la courbe, on peut déterminer ainsi huit pK, pour les valeurs de pH — 0,35; 0,6; 1,35; 2,35; 7,50; 9,75; 11 et 12. Le pK 7,50 correspond, avec un écart techniquement admissible, au pK électrochimique 7,2; mais comme nous l'avions vu pour l'acide salicylique, les pK extrêmes indiqués par la courbe de neutralisation sont la moyenne arithmétique de paires de pK donnés par le spectre ultraviolet.

Interprétation. — La colchicine, alcaloïde du groupe de la morphine, renferme le noyau phénanthrène, et Steiner a montré (5) quelles modifications spectrales se produisent lorsqu'on passe du noyau fondamental à ces alcaloïdes où les doubles liaisons sont progressivement saturées (le massif des bandes 310-360$^{m\mu}$ du phénanthrène disparaît, les bandes étroites se fusionnent, et les deux autres massifs de bandes, 310-260$^{m\mu}$; 260-250$^{m\mu}$ se déplacent vers le visible). Or, contrairement à ce que l'on pouvait attendre,

---

(3) De Laet, *L'identification médico-légale des alcaloïdes par la spectrographie*, Bruxelles, 1921; M. Laine, *Recherches expérimentales sur les spectres d'absorption des alcaloïdes dans l'ultraviolet*. Nancy, 1937; J. Maury, *Contribution à l'étude spectrographique de l'absorption des rayons ultraviolets par les alcaloïdes et les glucoïdes*. Toulouse, 1937.

(4) Vlès, *Arch. Phys. biol.*, 14, 1937, p. 281-300.

(5) Steiner, *Bull. Soc. Chim. biol.*, Paris, 6, mars 1924, p. 231-284.

la colchicine paraît, au point de vue spectral, se classer assez mal parmi les alcaloïdes de son groupe, et l'on y retrouve la trace du phénanthrène d'une façon beaucoup plus marquée que dans les autres dérivés de la morphine. Le spectre est assez voisin de celui d'une phénanthrène-quinone; d'autre part il offre des analogies d'aspect avec les spectres de corps assez éloignés au point de vue chimique, comme certains carbures à noyau anthracénique ou pyrénique, tels que le benzopyrène, le méthyl-cholanthrène et surtout le benzanthracène (avec lequel les homologies des divers massifs se font par un décalage d'une trentaine de mμ) [6]. Quelles que soient les conditions stéréochimiques, dont la discussion est à faire, qui commandent cette analogie spectrale, elles sont intéressantes par le rapprochement suggéré entre les propriétés biologiques de la colchicine et celles des carbures cancérigènes.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais de vaccination contre le typhus historique au moyen de Rickettsias tuées par le formol* (*Souches pulmonaires*). Note [1] de MM. **Paul Durand** et **Paul Giroud**, présentée par M. Louis Martin.

La possibilité d'obtenir facilement de grandes quantités de Rickettsias du typhus historique par la méthode de l'inoculation par voie respiratoire [2] nous a amenés à quelques essais de vaccination au moyen de ces germes tués par le formol.

Technique. — Les poumons de Souris (et éventuellement de Lapins) infectés par voie respiratoire sont broyés très finement et émulsionnés dans du sérum humain ou équin normal dilué à 1/5e dans de l'eau salée physiologique formolée à 2‰. Par des centrifugations fractionnées, on élimine d'abord les cellules et les débris cellulaires. Les Rickettsias sont alors

(6) Grimbaum et Marchlewski, *Bull. Ac. Cracovie*, A, 1937, p. 171-186; Mayneord et Roe, *Proc. Roy. Soc.*, London, 121, 1937, p. 610; 152, 1935, p. 299-324; J.-C. Vlès, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 950.

(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) Paul Durand et Hélène Sparrow, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 420.

émulsionnées dans du sérum équin ou humain dilué et formolé, en notant la dilution par rapport au poids ou au nombre des poumons utilisés. Le vaccin ainsi préparé est conservé au moins cinq jours à la glacière avant l'emploi. Des inoculations à dose massive au Cobaye ont montré l'absence totale de virulence.

Vaccination du Cobaye. — Cinq séries de Cobayes reçoivent sous la peau des doses diverses de vaccin : la première fois 1/10ᵉ de poumon de Souris formolé, la deuxième deux fois cette même quantité; la troisième, la quatrième et la cinquième respectivement une fois, deux fois et trois fois 1/100ᵉ de poumon; les injections multiples sont séparées par des intervalles de trois jours. La vaccination a lieu sans réaction locale ni générale apparentes.

Vingt-quatre jours après la dernière injection, tous les animaux sont éprouvés par inoculation péritonéale de 1/100ᵉ de cerveau de Cobaye de passage (virus Tunis-Rabta) en même temps que quatre témoins.

La série 3 est la moins bien vaccinée (immunités partielles ou nulles); la série 1 l'est un peu mieux, la moitié de ses animaux présentant une immunité complète ou presque complète. Les trois autres séries, qui ont reçu des injections répétées, le sont à un plus haut degré, en particulier la série 5, dont 7 Cobayes sur 8 sont totalement immunisés. Le nombre des injections a eu bien plus d'importance que la dose injectée.

Vaccination du Singe. — Quatre Cynocéphales reçoivent dans le derme par trois fois à cinq jours d'intervalle 1^{cm^3} de vaccin correspondant à $0^g,015$ de poumon de Souris.

Huit jours après la fin de la vaccination, la réaction de Weil et Felix est devenue, de négative qu'elle était, légèrement positive chez les quatre Singes. Le test de séro-protection cutanée est également devenu positif.

Deux de ces Singes sont éprouvés deux mois après la dernière injection vaccinale avec 1^{cm^3} de caillot sanguin de Cobaye de passage. Ils ne font aucune réaction thermique. De deux Cynocéphales témoins éprouvés de la même façon, l'un fait un typhus moyen, l'autre un typhus mortel. Deux Cobayes n'ayant reçu que 1/10ᵉ de centimètre cube du caillot font une maladie typique.

Vaccination de l'Homme. — Les résultats obtenus expérimentalement chez l'animal autorisaient des essais chez l'Homme.

Premier essai. — Douze sujets n'ayant certainement jamais été exposés à une contagion typhique reçoivent en trois fois sous la peau, à des inter-

valles d'une semaine, des doses de vaccin correspondant environ à 7/100ᵉ, 12/100ᵉ et 18/100ᵉ de poumon de Souris. Légère réaction à 38° chez quelques sujets après la première injection, rien aux suivantes.

Chez tous les vaccinés, la séro-agglutination de OX19, négative au début, commence à être positive, le plus souvent à des taux notables dès le huitième jour après la deuxième injection. Pour la plupart, elle est encore plus élevée 18 à 21 jours après la troisième.

La réaction d'agglutination de Rickettsia Prowazeki, pratiquée par le Dr H. Sparrow avec des germes provenant de Poux inoculés de typhus historique par voie rectale, suit une progression analogue.

Enfin le test de séro-protection cutanée décrit par l'un de nous [3] est effectué avec le sérum obtenu vers le 60ᵉ jour pour les uns, vers le 80ᵉ pour les autres après la vaccination. Les sérums de 11 sujets sur 12 se comportent comme un sérum de convalescent de typhus et neutralisent le virus d'une façon soit totale, soit presque totale. Le sérum du 12ᵉ donne lieu à des réactions paradoxales, la lésion cutanée du Lapin étant plus intense du côté où a été inoculé le mélange virus-sérum de vacciné que du côté correspondant au mélange virus-sérum normal.

L'action de quelques-uns de ces sérums de vaccinés sur le virus murin (souche Zinsser, poumon de Souris), étudiée par la même méthode, montre une neutralisation légère, moins nette que celle du virus historique.

Deuxième essai. — Le vaccin est utilisé à des doses environ trois fois moindres que dans l'essai précédent. Il provient soit de poumon de Souris (0ᵍ,03 par injection chez le vacciné T...), soit de poumon de Lapin (0ᵍ,06 par injection chez les vaccinés W... et L...). La vaccination comporte trois injections sous-cutanées à 5 jours d'intervalle. Seul T... réagit avec 38° à la première dose, aucun aux suivantes.

Chez les vaccinés T... et L..., le Weil et Felix devient positif pour OX19, 20 jours après la fin de la vaccination; il reste négatif chez le vacciné W....

Le test de séro-protection devient également positif ce 20ᵉ jour chez les trois, après avoir été légèrement positif dès le 5ᵉ jour chez le sujet L....

Il est donc possible, surtout si l'on multiplie les inoculations, d'obtenir chez le Cobaye une forte immunité contre le virus historique, à l'aide de Rickettsias formolées, provenant de poumons de Souris ou d'autres animaux comme le Lapin, par exemple, infectés par voie respiratoire avec ce

---

(3) Paul Giroud, *C. R. Soc. Biol.*, **127**, 1938, p. 397.

virus. Ce vaccin, employé soit par voie intradermique, soit par voie sous-cutanée, provoque presque toujours chez l'Homme ou le Singe une réaction de Weil-Felix positive. L'Homme ou le Singe ainsi traités présentent dans leur sérum des anticorps neutralisants. Deux Singes vaccinés ont résisté à une épreuve qui a infecté les témoins.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** dépose sur le bureau de l'Académie une brochure intitulée Institut de France. *Cinquantenaire académique de* M. Émile Picard (1889-1939).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Remarques sur la Structure de la Matière par Louis Bonneau.

M. **E. Mathias** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de condoléance à l'occasion du décès de M. *É. Branly*.

ANALYSE FONCTIONNELLE. — *Remarques sur les espaces uniformément convexes.* Note de M. **Robert Fortet**, présentée par M. Jacques Hadamard.

L'objet de cette Note est d'indiquer que l'on peut obtenir, par des procédés géométriques très élémentaires, les propriétés suivantes qui ne sont pas toutes nouvelles.

On sait qu'un espace vectoriel complet distancié, ou espace B, est dit

uniformément convexe, s'il existe, quel que soit $k > 0$, une fonction *positive* $\delta_k(\varepsilon)$ $(\varepsilon > 0)$ telle que les conditions

$$|x| \leqq |y| \leqq k, \qquad |x-y| \geqq \varepsilon > 0$$

entraînent

$$\left|\frac{x+y}{2}\right| \leqq |y| - \delta_k(\varepsilon),$$

quels que soient par ailleurs les points x et y de l'espace B [1].

Étant donné une variété linéaire complète V de B, et X un point de B, on appelle *projection* de X sur V tout point x de V tel que $|X-x| = m$, m désignant la borne inférieure de $|X-y|$ lorsque y parcourt V. On a alors le résultat essentiel suivant :

Dans un espace uniformément convexe B, *un point quelconque* X *admet une projection et une seule sur toute variété linéaire complète* V *de* B [2].

Notons que de ce fait découle immédiatement le théorème *ergodique* suivant (déjà connu) : Dans un espace B uniformément convexe, toute opération linéaire continue U, de norme égale à 1, est la somme de deux opérations orthogonales U_1 et U_2 telles que

$$\lim_{m \to +\infty} \frac{U^{n+1} + U^{n+2} + \ldots + U^{n+m}}{m} = U_1,$$

quel que soit n.

D'autre part, dans un espace B uniformément convexe, nous disons que x est normal à y si la projection de x sur la variété (y) est nulle; x étant normal à y et $|x| = |y| = 1$, nous disons que B est à *norme régulière* s'il existe une fonction positive $o(|\lambda|)$ infiniment petite avec $|\lambda|$ et d'ordre supérieur à 1, telle que

$$|x + \lambda y| - |x| \leqq o(|\lambda|).$$

B sera dit à *norme uniformément régulière* si $o(|\lambda|)$ peut être choisi indépendant de x et de y. *Les espaces* $L^{(p)}$ $(p > 1)$, *dont on sait qu'ils sont uniformément convexes, sont à norme uniformément régulière*. On a :

THÉORÈME. I. — *Dans un espace* B *uniformément convexe à norme régulière, l'ensemble des points y auxquels est normal un point déterminé x, est, quel que soit y, une variété linéaire complète.*

---

(1) Cf. CLARKSON, *Transactions American Mathematical Society*, 40, 1936, p. 396.

(2) Ce résultat est déjà connu, mais sous une forme différente. Cf. PETTIS, *Duke Math. Journal*, 5, 1939, p. 249.

THÉORÈME II. — *L'espace conjugué* [3] $\overline{B}$ *d'un espace* B *uniformément convexe et à norme uniformément régulière est lui-même uniformément convexe et à norme uniformément régulière.*

THÉORÈME III. — *Dans les mêmes conditions qu'au théorème* II, *on peut établir entre* B *et* $\overline{B}$ *une correspondance biunivoque bicontinue.*

Cette correspondance est telle que si x_1, x_2 sont deux points de B et Φ_1, Φ_2 leurs deux correspondants dans $\overline{B}$, le fait que Φ_1 est normal à Φ_2 entraîne que x_2 est normal à x_1, et réciproquement.

Si le fait que, dans B, x_1 est normal à x_2 entraîne qu'à son tour x_2 est normal à x_1, B peut être dit *à normalité réciproque*. On démontre que :

Le théorème I *est valable pour les espaces* B *uniformément convexes à normalité réciproque, même s'ils ne sont pas à norme régulière.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *La notion de cassure au point singulier essentiel des courbes d'égal module et d'égal argument.* Note de M. **Lucien Hibbert**, présentée par M. Paul Montel.

Soit $f(z)$ [1] une fonction régulière dans tout le plan, sauf au point singulier essentiel A, à distance finie. Posons : $R = |f(z)|$; $V = \arg f(z)$; $\overrightarrow{R} \equiv$ parcours positif R; $\overrightarrow{V} \equiv$ parcours positif V; $f(\overrightarrow{R}, \overrightarrow{bc})$ [2] $\equiv$ faisceau de parcours positifs R de base $\overrightarrow{bc}$.

Cassure en A *des courbes* $\log R = \text{const.}$ — Soit $\overrightarrow{bc}$ un arc de parcours positif gauche V; tous les parcours $\overrightarrow{R}$ issus de $\overrightarrow{bc}$ vont en A. Appelons *m* un point de $\overrightarrow{bc}$; $\overrightarrow{R_{md}}$ et $\overrightarrow{R_{mg}}$ sont les deux parcours positifs droit et gauche issus de *m*. Prenons m_1 sur $\overrightarrow{bm}$ et faisons tendre $\overrightarrow{R_{m_1}}$ vers $\overrightarrow{R_{mg}}$.

Il y a pour $\overrightarrow{R_{m_1}}$ deux configurations limites possibles : 1° la limite de $\overrightarrow{R_{m_1}}$ est uniquement $\overrightarrow{R_{mg}}$; 2° la limite est $\overrightarrow{R_{mg}}$ continué par un nombre fini

---

(3) C'est-à-dire l'espace des fonctionnelles linéaires définies dans B.

(1) Pour les propriétés des courbes $\log R = \text{const.}$, $V = \text{const.}$, voir *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 1121; **207**, 1938, p. 884 et 961.

(2) Sur les faisceaux $f(\overrightarrow{R}, \overrightarrow{bc})$, $f(\overrightarrow{V}, \overrightarrow{bc})$, voir *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 287, 718 et 783; **210**, 1940, p. 35.

ou une infinité dénombrable de boucles fermées disjointes, sur lesquelles le sens V croissant se déduit du sens V croissant sur $\overrightarrow{R_{m_1}}$. Ces boucles fermées de sommet A forment dans $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$ des zones d'enclave $[zE_A]$ de sommet A dont les côtés sont les branches de la cassure de $\overrightarrow{R_{mg}}$ en A.

Cassure formée d'une infinité de boucles. — On distingue deux types d'arrangement des boucles : 1° dans le sens de droite à gauche, pour un observateur qui sur $\overrightarrow{R_{mg}}$ regarde A avec $f(\vec{R}, \overrightarrow{ba})$ à sa gauche, on peut numéroter les boucles $B_1, B_2, \ldots, B_n, \ldots$, de sorte que, entre R_{mg} et B_1 et entre deux boucles consécutives B_i et B_{i+1}, il n'y ait aucune autre boucle B; 2° dans le même sens, pour obtenir le numérotage, il faut utiliser une suite de circonférences concentriques $C_0, C_1, C_2, \ldots, C_n, \ldots$, de centre A, dont le rayon tend vers zéro avec $1/n$. Les boucles $B_{11}, B_{21}, \ldots, B_{\lambda_1 1}$ sont rencontrées par C_1 et non par C_0; $B_{12}, B_{22}, \ldots, B_{\lambda_2 2}$ sont rencontrées par C_2 et non par C_1, et ainsi de suite. Dans le cas général, entre deux boucles B_{ij} et B_{kl} il y a toujours une boucle B_{mn} au moins.

Propriétés des boucles B_{ij}. — L'analyse du réseau [log R, V] de $f(z)$ dans $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$ montre que : 1° le point A, sommet dans $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$ d'un domaine limité de chaque côté par une suite finie ou infinie de boucles B_{ij}, n'est pas limite de points j sommets de zones d'enclave $[zE_{j_i}]$ de sommet j dans $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$; 2° le contour de B_{ij} n'est pas limite de zones d'enclave (zE_A) de sommet A appartenant à des parcours $\vec{R}$ de $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$; 3° dans le sens V croissant sur B_{ij}, V croît de $V = V_{ij,1}$ en A à $V = V_{ij,2}$ au même point A, en donnant pour $f(z)$ les deux valeurs asymptotiques $R_m e^{iV_{ij,1}}$ et $R_m e^{iV_{ij,2}}$; 4° si B_{kl} est à gauche de B_{ij} pour l'observateur sur R_{mg} et regardant A : $V_{ij,1} < V_{ij,2} < V_{kl,1} < V_{kl,2}$.

Pour le voir, appliquons $f(\vec{R}, \overrightarrow{bc})$ sur le cercle-unité C, divisé en deux moitiés C_1 et C_2 par le diamètre $\overrightarrow{A_1 A_2}$, C_1 au-dessus de $\overrightarrow{A_1 A_2}$, C_2 au-dessous. De A_1 en A_2 dans le sens positif sur C_2, on rencontre B image de b et C image de c. L'arc $\overrightarrow{BA_1}$ est l'image de $\overrightarrow{R_{bd}}$ de b en A, $\overrightarrow{CA_2}$ est l'image de $\overrightarrow{B_{cg}}$. L'image de $\overrightarrow{R_{mg}}$ part de M sur $\overrightarrow{BC}$ pour atteindre C_1 en A_M, image du premier point j rencontré par $\overrightarrow{R_m}$ ou de A sur $\overrightarrow{R_{mg}}$, si R_m ne rencontre pas de point j. Les boucles B_{ij} donnent des arcs $\overrightarrow{A_i A_{i+1}}$ sur C_1 dans le sens positif et à gauche de A_M. Ces arcs $\overrightarrow{A_i A_{i+1}}$ sont dans le cas général les inter-

valles contigus à un ensemble parfait discontinu $E(A_i)$, dont les points de première espèce sont les points A_i et les points de deuxième espèce les points limites des points A_i. L'ensemble $E(A_i)$ dans le cas extrême où, entre deux boucles B_{ij} et B_{kl}, il y a toujours une boucle B_{mn} au moins, est limité à droite par A_M et à gauche par un point que nous appelons A_L; A_M et A_L étant des points de deuxième espèce de $E(A_i)$.

Sur $E(A_i)$ et sur les intervalles contigus à $E(A_i)$: $R = R_M$, et V est croissant de A_M vers A_L. En chaque point de première ou de deuxième espèce de $E(A_i)$, $f(z)$ a donc un module et un argument bien déterminés; et, sur tout chemin intérieur à C qui conduit en ce point, $f(z)$ prend comme valeur limite, d'après le théorème de Lindelöf [3], la valeur de $f(z)$ en ce point sur C_1.

Domaines de sommet A *dans* $f(\vec{R}, \vec{bc})$ *limités à droite et à gauche par les boucles* B_{ij}. *Domaines Lindelöf-Montel* [4]. — Supposons un observateur debout en A et regardant l'intérieur de $f(\vec{R}, \vec{bc})$: 1° *domaine du premier type*. A droite et à gauche, une seule B_{ij}; soit B_{ij} à droite et B_{kl} à gauche : $V_{ij,2} = V_{kl,1}$; la valeur de $f(z)$ au sommet du domaine en A est $f(z) = R_m e^{iV_{ij,2}}$; 2° *domaine du deuxième type*. A gauche, une B_{ij}; à droite une infinité de B_{kl} séparées par des domaines du premier type; la valeur de $f(z)$ en A, sommet du domaine, est $f(z) = R_m e^{iV_{ij,2}}$; 3° *domaine du troisième type*. A gauche, une B_{ik}; à droite, une infinité de B_{kl} avec une B_{kl} entre deux d'entre elles; la valeur de $f(z)$ en A, sommet du domaine, est $f(z) = R_m e^{iV_{ij,2}}$; 4° *domaine du quatrième type*. Des deux côtés, une infinité de B_{ik} avec une B_{ik} entre deux d'entre elles. Soit V_L la valeur limite de V en A, sommet du domaine, sur les V_{ik} à gauche, la valeur de $f(z)$ en A pour le domaine est $f(z) = R_m e^{iV_L}$.

Exemples de domaines limités par des B_{ij}. — Les branches de $\log R = 0$ de la fonction $e^{\frac{1}{z}} - 1$ forment en $z = 0$ une infinité de domaines du premier type. Je n'ai pas pu trouver de fonction entière donnant des domaines des trois autres types. M. G. Valiron m'a indiqué que la difficulté résultait du fait que ces fonctions sont d'ordre infini.

Cassure en A *des courbes* $V = \text{const.}$ — Les configurations possibles sont les mêmes que pour les courbes $\log R$.

---

[3] *Act. Soc. Fennicae*, **46**, 1915, p. 7.

[4] PAUL MONTEL, *Leçons sur les familles normales*, Chap. VII, **20**, p. 190, Paris, 1927.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur une théorie corpusculaire de la conductibilité électrique des métaux*. Note de M. **Théodore V. Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai montré [1] comment on peut calculer la constante photoélectrique des métaux, en admettant que le diamètre de l'électron varie en raison inverse de sa vitesse.

En s'appuyant sur les mêmes considérations, on peut arriver à calculer leur conductibilité électrique. Comme dans la Note citée, j'admets que les électrons possèdent un diamètre qui leur permet de passer tout juste entre les ions positifs du réseau, c'est-à-dire qu'ils ont tous la vitesse qui correspond à ce diamètre.

D'après la théorie classique de la conductibilité (P. Drude, H.-A. Lorentz), le parcours moyen l d'un électron est la distance parcourue entre deux chocs contre les ions positifs. Dans notre cas ce chemin serait la distance entre deux ions les plus rapprochés. Si l'on calcule la conductibilité dans cette hypothèse, on trouve des valeurs cent fois plus petites que celles données par l'expérience. La cause doit être cherchée dans le fait que les ions positifs sont en vibration et que l'échange d'énergie qui caractérise le choc n'a lieu qu'au moment où l'amplitude de la vibration est maxima. Ce phénomène présente une analogie avec le phénomène d'absorption de l'énergie par les molécules.

En admettant que les ions positifs contenus dans une petite région sont en phase, l sera donné par $V/2\nu$, où V est la vitesse constante pour tous les électrons, et ν la fréquence des vibrations des ions positifs. Les valeurs de V et ν sont facilement calculables, mais seule la valeur de ν est indispensable pour la détermination de la valeur de la conductibilité.

Pour calculer ν, j'ai admis qu'entre deux électrons se trouve toujours un ion positif. Dans ces conditions, on trouve pour ν l'expression $2/\pi\sqrt{e^2/M\delta^3}$, où e désigne la charge de l'ion, M sa masse, et δ la distance minima entre deux ions.

Évidemment les électrons ont, eux aussi, une fréquence, donnée par la même formule, à condition d'y remplacer M par m, la masse de l'électron. Pour les métaux qui appartiennent au système cubique à faces centrées, $\delta = d/\sqrt{2}$, où d est la distance réticulaire. Pour ceux qui appartiennent au système cubique centré à l'intérieur, $\delta = d\sqrt{3}/2$. Comme nous allons le voir, la fréquence ν sera la même que celle que l'on déduit des recherches sur les

(1) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 170.

chaleurs spécifiques. Mais ces études nous montrent que le nombre des ions positifs qui ont une énergie plus grande que $h\nu$ est proportionnel à $e^{-(h\nu/KT)}$, K étant la constante de Boltzmann et T la température absolue. Dans 1cm³ admettons qu'il y a N ions positifs et N électrons, nous supposerons en première approximation que les $Ne^{-(h\nu/KT)}$ ions ayant une énergie plus grande que $h\nu$ sont séparés de ceux qui ont une énergie nulle par un plan perpendiculaire à la direction du courant.

La première partie, qui résulte de ce partage, donne naissance à la résistance, car $l = V/2\nu$; la deuxième partie, qui a une conductibilité infinie, car $\nu = 0$ et $l = \infty$, est à l'état de supraconductibilité. En effet, nous pouvons assimiler le métal à une mosaïque de petites régions où, dans les unes, les ions sont en vibration, tandis que, dans les autres, ils sont en repos.

Si le nombre des régions, où $h\nu$ est nul, est très grand, les électrons pourront passer dans toute la longueur du conducteur par de véritables canaux supraconducteurs. Si σ est la conductibilité électrique et ρ son inverse, on a, d'après Drude, $\sigma = Ne^2 l/2mV$; formule valable dans notre cas.

La trajectoire de l'électron peut être considérée soit comme une ligne droite (Drude), soit comme une ligne formée par des demi-cercles, sans point de rebroussement, ayant pour centres les ions positifs situés dans la même direction. Dans ce dernier cas, tout se passe comme si l'électron qui avance avait, lui aussi, une fréquence caractéristique, située dans l'ultraviolet.

Dans ce cas, l'avance de l'électron, en ligne droite, est l/π et, tenant compte de la formule de Drude, on a

$$\rho = \frac{4\pi m\nu}{Ne^2} e^{-\frac{h\nu}{KT}}.$$

Si la température devient très élevée, tous les ions se mettent en vibration, $e^{-(h\nu/KT)}$ tend vers 1 et ρ vers $(4\pi m\nu/Ne^2)$, que nous écrirons ρ_∞.

Il est très probable qu'au fur et à mesure que T augmente, N diminue, ce qui pourrait expliquer l'augmentation de ρ_∞ avec la température.

Voici quelques résultats; ρ_c est la résistivité calculée et ρ_e la résistivité trouvée expérimentalement :

Cuivre.

$M = 104,5.10^{-24}$; $d = 3,6.10^{-8}$; $\nu = 7,2.10^{12}$; $\rho_\infty = 4.10^{-6}$.

T	66,4.	123.	173.	293.	373.
ρ_c	0,125	0,62	1,06	1,88	2,17
ρ_e	0,163	0,567	0,904	1,77	2,28

Aluminium.

$M = 44{,}9.10^{-24}$; $d = 4{,}04.10^{-8}$; $\nu = 9{,}4.10^{12}$; $\rho_\infty = 7{,}08.10^{-6}$.

T	114.	173.	273.	373.
ρ_c	0,57	1,26	2,38	3,16
ρ_e	0,64	1,53	2,63	3,86

Or.

$M = 327{,}3.10^{-24}$; $d = 4{,}07.10^{-8}$; $\nu = 3{,}44.10^{12}$; $\rho_\infty = 2{,}58.10^{-6}$.

T	20,2.	73.	93.	123.	173.	273.
ρ_c	0,0167	0,57	0,769	0,985	1,37	1,9
ρ_e	0,018	0,601	0,68	0,997	1,40	2,1

Pour les métaux alcalins, cette formule doit être valable seulement aux basses températures, alors que ces métaux sont à l'état cristallin. Pourtant elle s'applique assez bien aussi aux températures moyennes, comme on peut s'en rendre compte sur l'exemple suivant :

Sodium.

$M = 38{,}2.10^{-24}$; $d = 4{,}24.10^{-8}$; $\nu = 7{,}06.10^{12}$; $\rho_\infty = 12{,}5.10^{-6}$.

T	93.	198.	273.	328.
ρ_c	1,1	3,96	5,6	6,2
ρ_e	1	2,8	4,3	5,4

CHIMIE MINÉRALE. — *Isolement d'argenti-periodates alcalins, complexes de l'argent trivalent.* Note de M. **Léon Malaprade**, transmise par M. Robert Lespieau.

L'oxydation à ébullition d'une suspension d'hydrate d'argent, dans une solution concentrée de potasse et de periodate de potassium, donne une solution brune qui renferme un complexe de l'argent trivalent et de l'acide periodique. On peut isoler ce complexe par simple concentration à froid de cette solution et le purifier par recristallisation en présence de potasse pour éviter son hydrolyse. On obtient alors un argenti-diperiodate de potassium où les éléments sont dans les rapports I : Ag : K = 2 : 1 : 6. Les cristaux sont volumineux et appartiennent à première vue au système monoclinique. On peut encore ajouter de la soude à la solution mère; il cristallise alors un sel mixte de sodium et de potassium, très peu soluble, de composition

$$I : Ag : Na : K = 2 : 1 : 4{,}5 : 1{,}5.$$

La détermination de l'oxygène actif, effectuée sur trois préparations

différentes, montre, déduction faite de l'oxygène actif du periodate, que ces composés renferment un atome-gramme d'argent et dérivent donc de l'oxyde Ag^2O^3. (Nous avons trouvé expérimentalement, par iodométrie 1,00; 0,90; 0,96, et par manganimétrie 1,02; 0,99; 1,03.)

Les argenti-diperiodates sont stables en solution alcaline et à l'état solide. Ils sont détruits par les acides dilués avec dégagement d'oxygène ozonisé. Ils ont quelque ressemblance avec les cupridiperiodates (cuivre trivalent), dont nous avons annoncé l'isolement (1) : même couleur, mêmes conditions de stabilité, même solubilité, faible pour les sels de sodium, forte pour les sels de potassium. Il y a donc extension aux valences supérieures de l'analogie existant entre le cuivre et l'argent monovalents.

Le mode de formation et la composition des argenti-diperiodates viennent à l'appui des conclusions de Yost (2), suivant lesquelles le corps noir obtenu par action d'un persulfate sur un sel d'argent renferme, non du peroxyde d'argent Ag^2O^2, mais principalement le peroxyde Ag^2O^3.

Un mémoire détaillé paraîtra dans un autre Recueil.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure et l'histoire géologiques du versant nord des Pyrénées.* Note de M. **Léon Bertrand.**

Je crois utile d'exposer brièvement la conception à laquelle j'aboutis actuellement au sujet de certains problèmes de la structure si controversée du versant nord des Pyrénées, en toute indépendance à l'égard de mes interprétations antérieures et de celles qui leur ont été opposées. Une des particularités majeures de cette structure est l'individualité de la *zone nord-pyrénéenne*, avec ses massifs hercyniens recouverts par une série secondaire terminée par d'épais dépôts albiens, et de la *zone primaire axiale*, généralement dépourvue de témoins de couverture secondaire. J'ai discuté ici (1) la signification de l'accident séparant ces deux zones qu'avait admise M. Casteras, et celui-ci a indiqué (2) que les faits apparemment contradictoires que j'avais relevés peuvent être expliqués en faisant une part aux dislocations d'âge hercynien, et une autre aux mouvements pyrénéens, secondaires et postérieurs, ces deux phases orogéniques ayant pu produire des relations inverses.

Si le rôle différent de mouvements des deux périodes dans la structure

(1) L. Malaprade, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 979.
(2) *J. Am. Chem. Soc.*, 48, 1926, p. 152.

(1) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 187.
(2) *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 377.

actuelle est indéniable, je dois ajouter qu'il est possible de reconnaître que même ceux des phases pyrénéennes ont produit, au bord nord de la zone axiale et au bord sud du massif nord-pyrénéen voisin, *deux accidents distincts et déversés en sens contraire*. S'il peut sembler, au premier abord, qu'il existe un seul accident lorsque les terrains primaires des deux zones sont en contact direct, les deux accidents s'individualisent quand des couches secondaires, d'ailleurs métamorphiques, se montrent pincées en synclinal entre ces terrains primaires. Ceux du bord de la zone axiale, constitués généralement par du Carbonifère et du Dévonien *plissés* (ainsi d'ailleurs qu'au bord nord des massifs nord-pyrénéens), sont limités par un *léger chevauchement au Nord* sur ces couches secondaires, tandis qu'une revision des faits reconnus au bord sud des massifs nord-pyrénéens qui s'échelonnent depuis la Bigorre jusqu'à l'Agly permet de conclure que les gneiss plongeant au Nord, plus ou moins granitisés, qui constituent ce bord, *chevauchent vers le Sud* sur les couches secondaires en question, qui appartiennent en réalité à la couverture des massifs et se sont repliées en un synclinal s'enfonçant plus ou moins loin sous ces gneiss. C'est d'ailleurs la nécessité d'admettre un tel chevauchement au Sud, en une zone où la grande majorité des accidents sont poussés au Nord, qui m'avait fait abandonner en 1907 une situation enracinée *in situ* pour ces massifs et émettre pour ceux-ci l'hypothèse d'une origine charriée, venant du Sud, en un complexe uniformément caractérisé par des déplacements tangentiels vers le Nord, hypothèse dérivant d'un souci d'unité, mais que j'ai abandonnée en 1927 pour deux des massifs en question, et en 1928 pour les autres, tout en indiquant que bien des points de détail restaient à élucider.

Mais il faut chercher une explication pour ces chevauchements au Sud, datant, au plus tôt, de la phase antécénomanienne. Il semble que la plus naturelle soit une remise en mouvement d'accidents hercyniens, initialement déversés au Sud comme ceux qui, pour la zone axiale, ont rejoué au Nummulitique en donnant les chevauchements des Eaux-Chaudes et de Gavarnie. La rigidité des gneiss et granites, par rapport à une semi-plasticité des terrains primaires plus récents dont témoigne leur état plissé, peut aussi être intervenue dans la production de ces chevauchements. Je ne saurais toutefois admettre que la rigidité ou *induration* du socle hercynien en son ensemble ait fait, de la chaîne pyrénéenne, une *chaîne de fond* typique, excluant tout rôle important d'une *sédimentation géosynclinale* dans la production des couches secondaires et nummulitiques.

En admettant, avec la grande majorité des géologues, qu'une série géosynclinale n'est pas nécessairement bathyale, et qu'elle peut, en partie

ou en totalité, être constituée par des sédiments néritiques ou même occasionnellement continentaux, sous la seule condition d'une très grande épaisseur ayant exigé un enfoncement du bassin contemporain du dépôt, les couches secondaires et nummulitiques du versant nord des Pyrénées comprennent au moins deux séries géosynclinales, séparées par la phase orogénique antécénomanienne et dont les aires de sédimentation se sont graduellement déplacées vers l'extérieur de la chaîne en cours de surrection. D'ailleurs, antérieurement au plissement hercynien, en une grande aire géosynclinale ayant occupé la largeur entière de la chaîne, s'est déposée la série des couches primaires, où le métamorphisme général, corrélatif de l'enfoncement et accompagné de processus de granitisation, a produit le complexe de roches cristallines formant l'ossature de la chaîne. Ensuite, en une aire plus restreinte, se sont formés les dépôts d'un *géosynclinal nord-pyrénéen*, dont ceux terminaux de l'Albien, en particulier, ont une puissance caractéristique et qui, malgré une interruption de dépôt assez longue entre le Jurassique et le Crétacé, doivent constituer une série géosynclinale, en accord avec le développement d'un métamorphisme surtout intense en un profond sillon axial compris entre le front de la zone axiale et des aires de faible profondeur préparant les grands massifs nord-pyrénéens. L'aire géosynclinale suivante, rejetée plus au nord par le plissement antécénomanien, est la *fosse sous-pyrénéenne* où se sont accumulés les épais dépôts du Crétacé supérieur et du Nummulitique, dans lesquels l'absence d'un métamorphisme appréciable a permis la conservation des hydrocarbures qui ont fait l'objet d'une précédente Note ([3]).

L'histoire orogénique du versant nord de la chaîne (y compris la production de contre-charriages au sud dus à des sous-chevauchements au nord, dans sa partie occidentale) s'est pratiquement achevée par le plissement, d'intensité modérée, des dépôts de la fosse sous-pyrénéenne, suivi par l'accumulation dans le bassin aquitain des produits de la destruction des nouveaux reliefs. Le processus de cette orogénèse est donc tout à fait analogue à celui qui est aujourd'hui connu pour un certain nombre de *chaînes plissées* (Carpathes, Alpes Dinariques, Tsin-lin-Chan, par exemple), s'il n'est pas identique à celui de la formation des Alpes occidentales.

([3]) *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 399.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Le scilliroside.* Note de MM. **Arthur Stoll** et **Jany Renz**, présentée par M. Marcel Delépine.

On sait que la Scille *rouge*, en poudre ou en extrait, jouit d'une toxicité élevée contre le Rat et les Rongeurs en général; le principe toxique, inconnu jusqu'alors et qu'on soupçonnait être un glucoside, a pu être isolé à l'état pur et cristallisé; nous le désignons sous le nom de *scilliroside*.

Préparation. — Les bulbes de Scille rouge, coupés en morceaux, sont bien séchés au-dessous de 80° et réduits en une poudre fine que l'on épuise à l'alcool absolu chaud. Cet extrait est évaporé et son résidu, débarrassé de ses lipoïdes par l'éther, est repris par l'eau. La solution rouge foncé obtenue est agitée avec du chloroforme additionné de 20 % d'alcool butylique normal. La matière colorante et les hydrates de carbone restent dans la couche aqueuse, les glucosides cardio-actifs et le scilliroside passent dans la liqueur butylalcoolo-chloroformique. On évapore dans le vide, fait dissoudre le résidu dans un mélange à parties égales d'alcool et d'eau et précipite par l'hydroxyde de plomb. Le liquide filtré est concentré dans le vide. Pour éliminer les autres impuretés, la solution aqueuse ainsi obtenue est agitée avec du chloroforme, puis avec du chlorofome additionné de 5 % d'alcool butylique. Ces extraits butylalcoolo-chloroformiques abandonnent par évaporation un résidu faiblement coloré que l'on fait dissoudre dans une petite quantité de méthanol. L'addition ménagée d'une certaine quantité d'eau à cette solution provoque la cristallisation de scilliroside. Le rendement obtenu à partir de 1^{kg} de bulbes frais peut atteindre 350^{mg}; il varie dans des proportions considérables selon la provenance et l'époque de la récolte. Une standardisation de l'activité de la drogue, ou l'emploi de son principe actif pur, sont donc nécessaires pour garantir l'action raticide.

Le scilliroside cristallise dans le mélange méthanol et eau en prismes inclinés tectiformes ou en beaux prismes allongés et pointus. Il est facilement soluble dans les alcools inférieurs, l'éthylène-glycol, le dioxane, l'acide acétique glacial, plus difficilement dans l'acétone et très peu dans l'eau, les hydrocarbures, le chloroforme, l'éther et l'éther acétique. Avec le réactif de Liebermann (anhydrique acétique + acide sulfurique concentré), il donne une coloration virant du violet au bleu, puis au bleu vert. Il ne donne ni la réaction de Legal au nitroprussiate de soude, ni celle de Baljet à l'acide picrique. Le scilliroside, séché au vide poussé, fond en se décomposant à 168-170° (corr.). Sa déviation polarimétrique dans le méthanol est $(\alpha)_D^{20} - 59^\circ (c = 1)$.

L'analyse élémentaire, la détermination acidimétrique de l'équivalent-grammes, calculée pour un groupement acétylique et un anneau lactonique, ainsi que la constatation de la présence d'une molécule de glucose, conduisent à la formule brute $C^{32}H^{46}O^{12}$ (trouvé, C 60,8; H 7,6; $CO.CH^3$ 7,1 %; calculé pour $C^{32}H^{46}O^{12} + 0,5 H^2O$; C 60,8; H 74; $CO.CH^3$ 6,8).

L'acétylation dans la pyridine avec de l'anhydride acétique en excès, introduit quatre nouveaux radicaux acétyles dans la molécule. Ce tétracétylscilliroside cristallisé constitue un dérivé bien caractérisé. Il fond à 199° (corr.) et sa déviation polarimétrique est de $(\alpha)_D^{20}$ —49° (c = 0,9 méthanol). Il possède cinq groupements acétyliques; sa formule brute est $C^{40}H^{54}O^{16}$ (trouvé, C 61,0; H 6,8; CO.CH^3 27,9 %; calculé, C 60,7; H 6,9; CO.CH^3 27,2).

La recherche de la constitution du scilliroside est rendue difficile du fait que sa scission hydrolytique exige un traitement énergique par les acides. Elle met bien en liberté une molécule de glucose, mais ne conduit pas à un aglucone cristallisé. Le spectrogramme d'absorption dans l'ultraviolet, effectué par M. Almasy, fournit toutefois quelques indications sur la structure. La courbe d'absorption se confond avec celle de la proscillaridine A (scillarène A + H^2O = proscillaridine A + glucose), ce qui montre que les principaux groupes d'absorption des deux substances doivent être de nature analogue. On peut donc admettre, par analogie avec le scillarène A, la présence dans le scilliroside d'un noyau stéroïdique (perhydro-cyclo-pentano-phénanthrène) et d'un anneau lactonique de 6 atomes à deux doubles liaisons (1). D'après H. Wieland, G. Hesse et R. Hüttel (2), cette constitution est aussi caractéristique pour le groupement fondamental du venin de crapaud, la bufotanine. Le spectrogramme de la bufotaline est, du reste, aussi pratiquement superposable à celui de la proscillaridine A.

La toxicité du scilliroside a été étudiée par M. Rothlin, sur le Rat et sur le cœur de Grenouille.

Rats. — Dose léthifère moyenne (50 %) méthode de Kärber, 0^mg,70 par kilogramme; dose léthifère absolue (100 %), 1^mg,20 par kilogramme.

Rates. — Dose léthifère moyenne (50 %), méthode de Kärber, 0^mg,43 par kilogramme; dose léthifère absolue (100 %), 0^mg,60 par kilogramme.

Sur le cœur de Grenouille, le scilliroside possède une activité qualitativement et quantitativement égale à celle du scillarène A, soit d'environ 1200 U. G. par milligramme. Le scilliroside présente donc des liens évidents de parenté chimique et pharmacodynamique avec le scillarène A. Le scilliroside possède en plus la propriété particulière d'être un poison convulsant, d'une activité très élevée, pour les Rongeurs.

---

(1) Cf. in *Helv. Chim. Act.*, 18, 1935, p. 644.
(2) *Ann. d. Chem.*, 524, 1936, p. 203.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Obtention, sous l'influence de vapeurs d'essence de petit grain mandarinier, d'effets comparables à ceux exercés par la colchicine sur les caryocinèses végétales.* Note de MM. **Marc Simonet** et **Georges Igolen**, présentée par M. Louis Blaringhem.

L'action modificatrice exercée par plusieurs corps cycliques, l'acénaphtène (D. Kostoff), le phényluréthane (J. Lefèvre) et de certains dérivés halogénés α du naphtalène (N. et P. Gavaudan et J.-F. Durand; M. Simonet et M. Guinochet, et F. Armenzoni) sur la caryocinèse de cellules végétales, est comparable à celle exercée par la colchicine (¹). Les huiles essentielles naturelles, la plupart du temps composées de substances à noyaux aromatiques à fonctions plus ou moins complexes, n'ayant encore fait l'objet d'aucune investigation de cet ordre, nous avons entrepris leur étude; elle n'a encore porté que sur l'essence de petit grain mandarinier (²). L'action de cette essence a été examinée, aux doses de 1, 2, 5 et 10 gouttes par boîte de Petri de 10^{cm}, à la température du laboratoire, sur des graines de Lin à grosses graines (origine Vilmorin), *Linum usitatissimum* et d'Orge, *Hordeum nudum* mises dès avant germination.

Au point de vue morphologique, on remarque que les radicules de Lin restent semblables à celles des lots témoins, alors que chez l'Orge, après 48 heures, avec un retard très marqué de la végétation, les jeunes racines, courtes de 2 à 3^{mm}, présentent déjà une tuméfaction particulièrement nette dans la région subterminale. A 10 gouttes, si le traitement est prolongé jusqu'au cinquième jour, l'arrêt de la croissance est total; puis, les radicules commencent à perdre leur turgescence, brunissent et dépérissent complètement.

Au point de vue cytologique, on constate chez l'Orge d'importantes anomalies de la caryocinèse; en particulier, le blocage des mitoses en pseudo-métaphases (stathmocinèses) souvent fragmentées, l'absence d'anaphases et de télophases. Malgré tout, les chromosomes continuent à se diviser *in situ* un certain nombre de fois; aussi la polyploïdie de ces stathmocinèses est-elle rapidement très élevée ($8n$ et $16n$). Quant aux noyaux qui se reconstituent, ils sont monstrueux, échancrés, lobés, annulaires ou cérébriformes. Enfin les cellules s'agrandissent; certaines d'entre elles peuvent être polynucléées et le recloisonnement qui suit est très souvent irrégulier.

(¹) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 114, où l'on trouvera la bibliographie.

(²) Extraite par distillation des feuilles de Mandarinier (*Citrus nobilis*).

L'essence de petit grain mandarinier employée avait les constantes d_{15} 1,0068, $\alpha_D^{25} + 8°16'$, n_D^{20} 1,5308; teneur en méthylanthranilate de méthyle 60,30 % ; I. A. 0,84; soluble dans 20 volumes d'alcool à 75° sans trouble. La composition moyenne de l'essence de petit grain mandarinier étant la suivante : anthranilate de méthyle 0,5 % ; méthylanthranilate de méthyle 56 à 67 % ; pinène, (camphène?), dipentène, limonène, paracymène 30 à 42 % ; (linalol?), géraniol 2 à 3 %, son action remarquable nous a amenés à rechercher le principe actif, en étudiant tout d'abord le plus important de ces constituants.

Employé dans les mêmes conditions que l'essence de petit grain mandarinier, le méthylanthranilate de méthyle naturel, isolé à l'état de pureté de l'essence qui a servi à nos études, s'est montré, fait intéressant, non seulement plus actif, mais aussi légèrement nocif aux doses élevées. A 1, 2 et 5 gouttes, il donne exactement les mêmes résultats que ceux décrits ci-dessus; à 10 gouttes par boîte de Petri, il est assez toxique, les germinations se développant difficilement.

Ces effets physiologique, caryologique et morphologique du méthylanthranilate de méthyle sur les germinations d'Orge sont d'une part comparables à ceux exercés par la colchicine (toutefois, le coléoptile reste normal au lieu de devenir bulbeux), d'autre part semblables à ceux de l'acénaphtène et des dérivés chlorés, bromés et iodés α du naphtalène qui agissent sur les germinations de Graminées et demeurent sans action sur celles de Lin.

Après la colchicine et les apiols (P. et N. Gavaudan), le méthylanthranilate de méthyle est un nouveau produit naturel susceptible d'apporter des modifications importantes dans le mécanisme de la caryocinèse, tout en provoquant une polyploïdie intense. Mais, alors que ces deux substances sont des matières accumulées dans certains organes au repos destinés soit à la conservation, soit à la reproduction de la plante (bulbes, graines), le méthylanthranylate de méthyle est, par contre, le premier produit extrait de parties foliacées et de bourgeons en pleine activité physiologique.

BIOLOGIE PHYSICOCHIMIQUE. — *Les lésions de la tuberculose peuvent être engendrées par une substance extraite du bacille.* Note de Mlle **Nine Choucroun**, présentée par M. Louis Martin.

1. On sait, depuis Hagan et Lévine (1932), Saenz (1935) et Noël Rist (1938), que l'inoculation de bacilles tués, en suspension dans l'huile de paraf-

fine, provoque chez le Cobaye l'apparition à distance de lésions comparables à celles produites par les bacilles vivants, alors que les mêmes germes tués, en suspension dans l'eau, ne produisent que des lésions locales.

Saenz et Canetti ([1]) allèrent plus loin en trouvant le fait remarquable suivant : ayant inoculé à des Lapins (par voie intratesticulaire) des bacilles d'origines différentes *humains ou bovins* en suspension dans l'huile de paraffine, ils constatèrent que les lésions provoquées chez l'animal différaient suivant l'origine des bacilles, les différences étant tout à fait comparables à celles produites par l'inoculation des bacilles vivants correspondants; la réponse de l'animal à l'inoculation des bacilles humains et bovins, morts ou vivants, montrait, par *sa spécificité*, que l'action pathogène du bacille est due à sa constitution chimique.

2. En cherchant à comprendre le mécanisme par lequel l'huile de paraffine exalte ainsi le pouvoir pathogène des bacilles morts, j'ai été amenée à séparer, par centrifugation prolongée, l'huile de paraffine du magma de bacilles qui forme alors un culot cohérent.

J'ai déjà montré ([2]) que cette huile extrait, par son contact prolongé avec les bacilles, un principe actif sensibilisant les animaux sains à la tuberculine. Alors que, jusque-là, toutes les substances extraites du bacille tuberculeux, prises isolément ou réassociées, n'avaient pu conférer à un animal sain la sensibilité à la tuberculine, cette huile ne contenant plus de bacilles, inoculée à des Cobayes ou à des Lapins, a provoqué chez le lapin l'apparition d'anticorps, et déterminé chez le Cobaye une sensibilité très nette à la tuberculine.

3. Poursuivant l'étude physicochimique de cette huile modifiée par contact avec des bacilles morts (fluorescence, spectres d'absorption, spectres de rayon X, précipitation au contact de solvants organiques non miscibles à l'huile, examen microscopique en lumière simple et polarisée, ultracentrifugation 80000 tours/minute), j'ai réussi à extraire de cette huile une substance chimique qui provoque, en l'absence de tout corps bacillaire, des lésions identiques à celles que produisent les bacilles morts enrobés dans l'huile de paraffine.

Cette substance (dont l'étude précise est en cours) a, en solution chloroformique, un pouvoir rotatoire droit; elle se dépose, par évaporation lente du chloroforme, en une matière transparente, fortement biréfringent, donnant des colorations magnifiques entre nicols croisés à l'extinction.

([1]) *Presse Médicale*, 42, mai 1939, p. 949.

([2]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1757.

4. J'ai pu extraire une telle substance de bacilles bovins et de bacilles humains, et même de bacilles humains *dégraissés* préparés par Mme Georgette Levy. Des inoculations par voie péritonéale ont été faites à des Cobayes avec cette substance remise en suspension dans de l'huile de paraffine vierge. Pour l'extrait de bacilles humains et de bacilles dégraissés, la dose injectée à chaque Cobaye était de 2mg; pour l'extrait des bacilles bovins, la dose a varié de 2mg à 1/50e de milligramme.

Certains animaux, morts moins d'un mois après l'inoculation, ont présenté des lésions pulmonaires typiques. Des radiographies, faites de semaine en semaine à l'Institut du Cancer et interprétées par M. Baclesse, ont permis de déceler chez la plupart des animaux inoculés des lésions allant en s'accentuant. Ces animaux, sacrifiés 6 à 7 semaines après l'inoculation, ont présenté pour la plupart (34 sur 44) des lésions d'aspect tuberculeux plus ou moins étendues sur les lobes pulmonaires. Parmi les animaux atteints, on trouve tous ceux (6) qui avaient reçu 1/5e de milligramme, et aussi deux d'entre les quatre qui avaient reçu 1/50e de milligramme. Les lésions ont été identifiées par MM. Boquet et Saenz, qui n'ont trouvé de corps bacillaires ni dans les produits inoculés, ni dans les lésions produites.

L'action des bacilles morts enrobés dans l'huile de paraffine avait déjà montré que « la vie du bacille n'est pas l'essentiel dans l'action pathogène des bacilles tuberculeux » (Saenz), en sorte qu'on pouvait espérer « isoler les facteurs de la virulence au moyen de simples opérations physicochimiques » (Boquet) (3). *Je crois avoir réussi à extraire du bacille tuberculeux une substance chimique capable, en l'absence de tout corps bacillaire, d'engendrer des lésions tuberculeuses typiques.* La connaissance précise de cette substance semble devoir permettre d'aborder par des méthodes nouvelles le problème de la tuberculose.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Les aldéhydes constituants des huiles essentielles et la fonction antioxygène.* Note de M. **Louis Lutz**, présentée par M. Maurice Javillier.

Les aldéhydes, qui figurent en assez grand nombre parmi les constituants des huiles essentielles et dont la molécule se trouve en état d'équilibre instable vis-à-vis de l'oxygène et de l'hydrogène, méritaient d'être opposés

(3) *Annales de l'Institut Pasteur,* 63, décembre 1939, p. 531.

aux catalyses oxydo-réductrices fongiques. Les essais ont été effectués à l'aide des aldéhydes suivants :

1° Aldéhydes gras : formique, éthylique, isovalérique ;
2° Aldéhydes aromatiques : benzoïque, cinnamique, salicylique, pipéronal, vanilline ;
3° Aldéhydes terpéniques : citral, citronellal ;
4° Aldéhydes du groupe du furfurane : furfurol.

Parmi ces aldéhydes trois possèdent des fonctions phénol, aldéhyde salicylique (monophénol), vanilline et pipéronal (diphénols).

Les Champignons utilisés ont été *Stereum hirsutum*, *S. purpureum*, *Coriolus versicolor*.

Les milieux de culture (5^{cm^3}) étaient additionnés d'une goutte de solution aqueuse de bleu de méthylène à 1 % et d'une goutte d'une solution à 1 % de l'aldéhyde à expérimenter.

Une distinction très nette s'impose tout d'abord pour les aldéhydes-phénols qui ont déterminé une accélération très nette de la réduction par rapport aux témoins sans aldéhyde, et se montrent ainsi doués d'un pouvoir antioxygène bien caractérisé.

Avec les aldéhydes formique, éthylique et le furfurol, cette activation s'est encore manifestée, quoique avec moins d'intensité. Mais les autres aldéhydes n'ont fourni que des résultats inconstants et, en tout cas, à peine marqués, aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité.

D'autres expériences comparatives, utilisant respectivement des milieux neutres, légèrement acides ou légèrement alcalins, n'ont pas fourni de résultats plus nettement orientés, non plus que des milieux additionnés d'une goutte de solution de perhydrol à 1 %.

D'autre part, en vue d'étendre aux aldéhydes les essais sur les actions conjuguées précédemment effectués à l'aide des quinones et des cétones, il a été mis en expérience des milieux renfermant de l'aldéhyde éthylique, de l'aldéhyde benzylique et de l'aldéhyde cinnamique, associés respectivement et à P. E. avec l'alcool correspondant, puis l'aldéhyde éthylique associé au géraniol et au nérol (alcools primaires), au bornéol et au menthol (alcools secondaires), au linalol et au terpinéol (alcools tertiaires), le tout comparé à des témoins sans addition et à d'autres, additionnés seulement de l'alcool expérimenté.

A la lumière, les mélanges aldéhydes + alcools primaires ont montré une accélération sensible, quoique assez faible de la vitesse de réduction du bleu, alors qu'avec les alcools secondaires et tertiaires, on a observé un effet contraire, mais également léger.

A l'obscurité, les vitesses de réduction sont sensiblement les mêmes dans tous les cas et égales à celles des témoins.

Toutes ces particularités peuvent s'expliquer en partie, si l'on remarque que les Champignons sécrètent une mutase très active, transformant les aldéhydes en alcool et acide correspondants. L'opposition de ces corps aux actions oxydantes se trouve ainsi profondément troublée, et leur destruction plus ou moins rapide ne permet plus de tirer des expériences une conclusion relative à leur action propre.

D'autre part les observations de Bach (1) sur le *Proteus vulgaris* ont montré que les aldéhydes éthyléniques se comportent souvent comme des accepteurs d'hydrogène.

L'action antioxygène *in vivo* des aldéhydes apparaît donc comme très complexe et conditionnée en partie par des facteurs étrangers à leurs affinités chimiques réelles.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ostéophytes par avitaminose* C *chronique*. Note (1) de MM. **Georges Mouriquand**, **Maurice Dauvergne**, **Henri Tête** et Mme **Violette Edel**, présentée par M. Charles Achard.

Nous avons montré (2) qu'il était possible de déterminer par un régime d'avitaminose C partielle longtemps prolongé, un syndrome du type *rhumatisme chronique ankylosant* avec décalcification osseuse (épiphysaire et métaphysaire) et mutation osseuse périphérique.

Le type épaississement périostéal simple est de beaucoup le plus fréquent, mais dans certains cas il s'accompagne de proliférations osseuses du type ostéophytique.

Radiologiquement ceux-ci commencent par un épaississement périostéal banal, qui s'hypertrophie progressivement et prend un aspect ostéophytique vers le 100e jour et au delà.

Sur une centaine de cas d'ostéoses et périostéoses, nous avons toujours rencontré le type ostéophytique, dans les conditions suivantes.

Le régime scorbutigène $+ 0^{mg},5$ d'acide ascorbique pur synthétique donne uniquement des lésions d'ostéose et de périostéose ordinaires. Lorsque $0^{mg},5$ d'acide ascorbique est emprunté au jus de citron (cru ou

(1) *C. R. Soc. Biol.*, **122**, 1936, p. 1065.

(1) Séance du 27 mars 1940.

(2) G. Mouriquand, H. Tête, G. Wenger et P. Viennois, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 921.

stérilisé conservé sous azote) ([2]) les mêmes lésions peuvent être observées, mais une fois sur quatre environ la lésion revêt le type ostéophytique.

Il découle de cette constatation que l'avitaminose C partielle, facteur de décalcification et de mutation calcique, n'est pas suffisante à l'état pur ($0^{mg},5$ d'acide ascorbique synthétique) pour provoquer l'apparition d'ostéophytes. Il y faut d'autres facteurs qui, dans nos cas, ne peuvent qu'être empruntés au jus de citron. Mais celui-ci n'agit jamais, à fortes doses, en présence d'un régime carencé en vitamine C, car il écarte alors toute manifestation d'avitaminose C.

Il faut qu'il y ait carence partielle d'acide ascorbique liée aux faibles doses (1^{cm^3}, $1^{cm^3},5$) de jus de citron, capable à la fois de déterminer des manifestations scorbutiques (plus ou moins affirmées), et, celles-ci étant passées à l'état chronique, une réaction osseuse ostéophytique.

Quels sont donc les facteurs *ostéophytogènes* possibles apportés par le jus de citron? On sait que celui-ci contient outre la vitamine C, la vitamine B^2 (von Euler, Adler et Schlatzer), la vitamine P (vitamine de perméabilité de Szent-Gyorgyi), et peut-être une vitamine J (von Euler et Malmberg), etc.

Il est peu probable que la carence partielle de ces diverses vitamines soit facteur d'ostéophytes.

Restent les autres substances, et en particulier l'acide citrique. Des expériences en cours (interrompues par la guerre) nous fixeront peut-être sur leur action.

En somme plusieurs facteurs apparaissent comme nécessaires au développement de ces ostéophytes; la carence partielle en vitamine C permet l'installation de lésions scorbutiques chroniques avec mutations calciques périphériques. Sur ce terrain ainsi préparé (mais seulement sur lui) agissent d'autres éléments (à déterminer) du jus de citron favorisant l'apparition d'ostéophytes.

Ceux-ci, comme les périostéoses ordinaires, résistent aux fortes doses d'acide ascorbique. Comme elles, ils sont irréversibles. Ils appartiennent, eux aussi, au groupe des paravitaminoses (G. Mouriquand).

La séance est levée à $15^h 10^m$.

A. Lx.

([2]) G. Mouriquand, H. Tête, G. Wenger et P. Viennois, *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1904.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. **Giuseppe Sanarelli**, Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie depuis 1934.

BIOCHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la constitution du* dextrane. Note de MM. **Henri Colin** et **Henri Belval**.

Nombre de microorganismes élaborent, aux dépens du saccharose, un glucide très particulier, fortement dextrogyre, transformé par hydrolyse en glucose exclusivement, et désigné, pour ces raisons, sous le nom de *dextrane*. C'est lui, la plupart du temps, qui est responsable de la viscosité des milieux sucrés, pulpes ou sirops, atteints de *gommose*, qu'ils proviennent de la Canne ou de la Betterave. C'est lui encore qui, à un plus haut degré de condensation, forme les zooglées hyalines et cartilagineuses du *Leuconostoc mesenteroïdes* Van Tieghem, vulgairement appelé frai de grenouille.

Les organismes producteurs de dextrane figurent parmi les ferments hétérolactiques. Ils ont une affinité indiscutable pour la Betterave et les produits de sucrerie, d'où leur nom générique de *Betacoccus* dans la classification de Orla-Jensen (1). Toutefois la plupart des pulpes végétales abandonnées à l'air s'échauffent et deviennent visqueuses, surtout lorsqu'elles sont dénaturées par la cuisson ou la congélation.

---

(1) *Mém. Ac. Roy. Danemark*, 1919, *Sc.*, 8e série, p. 81.

Quelle que soit l'origine du dextrane et son degré de condensation, il possède, comme l'amidon et le glycogène, un pouvoir rotatoire élevé, + 200-220, mais l'iode ne lui confère aucune coloration. Il reste en solution sursaturée dans les milieux complexes où il s'est accumulé petit à petit, mais une fois précipité il se remet difficilement en solution, même dans l'eau bouillante.

Nous n'avons pas réussi jusqu'alors à déceler le maltose dans les produits de dégradation du dextrane. Partant du *Leuconostoc*, qui, à l'état sec, en renferme jusqu'à 90 % contre 1,5 de cendres et 3,5 de matières azotées, nous l'avons soumis tout d'abord à des lavages répétés à l'eau bouillante au cours desquels une partie, 10 % environ, du dextrane s'est dissoute avec les impuretés. L'hydrolyse du produit ainsi purifié a été effectuée par l'acide sulfurique, la vapeur d'eau sous pression et l'anhydride acétique.

L'acide sulfurique étendu (1^{g},7 %), après 5 minutes d'ébullition, transforme le *Leuconostoc* en une liqueur opalescente et légèrement réductrice. L'affusion d'alcool y provoque la formation d'un précipité blanc, pâteux qui, une fois desséché, ne se laisse plus remettre en solution. L'analyse montre qu'il ne s'agit que du dextrane quelque peu dépolymérisé. Le sucre réducteur resté dans la liqueur est du glucose. Si l'on prolonge l'hydrolyse pendant un quart d'heure, plus du tiers du produit initial est converti en glucose, et le précipité formé par addition d'alcool est très facilement soluble, même après dessiccation. On peut obtenir de la sorte, en variant les conditions, toute une gamme d'intermédiaires qui sont au dextrane ce que les dextrines sont à l'amidon.

La saccharification à la vapeur d'eau a été effectuée à diverses pressions, avec la fécule comme terme de comparaison, sur le *Leuconostoc* lavé et sec, ne cédant plus rien à l'eau bouillante. A 8^{kg}, au bout d'une heure, 50 % du produit sont passés en solution, sur lesquels 4,5 % à l'état de sucre réducteur; une demi-heure plus tard la liquéfaction est totale, le quart du dextrane est saccharifié, plus de la moitié après deux heures. La liqueur est brune, mais beaucoup moins foncée que dans le cas de l'amidon. Additionnée d'alcool fort elle laisse déposer, après concentration, des hexosanes de moins en moins condensés, amorphes, non colorables par l'iode et de pouvoir rotatoire élevé. La totalité du sucre réducteur est du glucose. La vitesse d'hydrolyse et les variations de la rotation polarimétrique sont à peu près les mêmes que pour l'amidon.

L'acétolyse ne nous a rien donné d'autre; dans les conditions où l'on a

si facilement le cellobiose à partir de la cellulose (anhydride acétique 40^{cm^3}, acide sulfurique concentré $5^{cm^3},2$, dextrane pulvérisé et séché à 60° 10^{g}), nous n'avons obtenu que du glucose et des hexosanes. Aucun échauffement ne se produit au moment du mélange, ce n'est qu'au bout d'une demi-heure à 37° que la température commence à monter pour atteindre un quart d'heure plus tard 70-80°; après quoi elle ne fait plus que baisser. La liqueur une fois refroidie est versée dans l'eau en agitant vigoureusement; l'acétate se dépose à l'état pulvérulent. Il se dissout dans l'alcool fort à l'ébullition et précipite en partie, par refroidissement, sous forme de poudre amorphe. La potasse alcoolique en régénère une masse visqueuse qui durcit dans l'alcool de lavage et se dissout très facilement dans l'eau. Le produit n'est pas réducteur, son pouvoir rotatoire est égal à +210°; il s'agit donc d'un polyhexosane soluble analogue à ceux que l'on obtient par hydrolyse. L'acétate resté en solution dans l'alcool donne, après saponification, un produit semblable et un peu de glucose. Le rendement est de 30 % seulement. Il est moitié moindre lorsque la température a été poussée jusqu'à 96° et maintenue une minute à ce point; le sucre réducteur est plus abondant, la liqueur d'acétylation toute noire, l'acétate précipité dans l'eau très foncé, soluble dans l'acool fort à l'ébullition mais ne précipitant pas par refroidissement. La dégradation du dextrane doit être alors très avancée, mais hexosanes et glucose sont les seuls produits que nous ayons pu mettre en évidence.

Il est peu de corps aussi rebelles que le dextrane à l'action des milieux diastasiques. C'est en vain qu'on l'offre aux moisissures banales telles que *Sterigmatocystis nigra* comme source unique de carbone; le développement ne va guère plus loin que la germination des spores et, en culture ouverte, le milieu est envahi par les ferments butyriques. Van Tieghem ([2]) avait bien remarqué, dès 1878, que les microorganismes du groupe *Amylobacter* étaient à même de désagréger à la longue le mucilage de *Leuconostoc*.

Les hexosanes issus de la dépolymérisation du dextrane, si solubles soient-ils, ne se montrent guère plus accessibles aux diastases que le produit initial. La pancréatine n'y touche pas, non plus que les amylases bactériennes connues sous le nom de *rapidase* ou de *biolase*; l'amylase du malt n'est pas absolument inerte, mais n'agit qu'avec une extrême lenteur. L'émulsine des amandes, douces ou amères, est encore moins expéditive et seulement sous forme de macération aqueuse fraîchement préparée, alors

([2]) *Ann. Sc. Nat. Bot.*, **7**, 1878, p. 195.

que le ferment précipité et séché hydrolyse si rapidement les glucosides de la série β. Les poudres fermentaires de *Sterigmatocystis nigra*, des Mucors de distillerie, n'opèrent que très lentement; la takadiastase du commerce, même vieillie, est l'une des meilleures préparations que nous ayons expérimentées.

On ignore à quelle particularité de structure le dextrane, d'ailleurs proche de l'amidon et du glycogène à d'autres égards, doit ses propriétés singulières; les polyamyloses de Shardinger, dérivés de l'amidon par action du *B. macerans*, se montrent eux aussi rebelles à l'amylase, mais ils sont cristallisables et colorables par l'iode.

M. L. **Cayeux** fait hommage à l'Académie, de la part du Service de la Carte Géologique de la France, du tome I de son étude : *Les Phosphates de chaux sédimentaires de France* (*France Métropolitaine et d'Outre-Mer*), 349 p. in-4° et 15 planches.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Kungl. Svenska Vetenskaps Akademien, *Förhistoria, Grundläggning och första Organisation*, av Bengt Hildebrand.

2° Philippe Tongas. *Les propriétés thermodynamiques de la vapeur d'eau.*

3° David Sidersky. *Le Centenaire du premier Polarimètre.*

4° Pierre Senay. *Le Coton, sa production et sa distribution dans le monde.* Préface de M. André Siegfried (présenté par M. A. Chevalier).

ARITHMÉTIQUE. — *Sur une somme exponentielle.* Note (¹) de M. **Loo-Keng Hua**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Théorème. — *Soient q un entier positif et $f(x)$ un polynome à coefficients entiers, de degré k,*

$$f(x) = a_k x^k + \ldots + a_1 x + a_0, \qquad (q, a, \ldots, a_k) = 1 :$$

(¹) Séance du 1er avril 1940.

alors

$$\sum_{x=1}^{q} e_q[f(x)] = O\left(q^{1-\frac{1}{k}+\varepsilon}\right), \qquad e_q(x) = e^{\frac{2\pi i x}{q}},$$

où la constante impliquée par le symbole O *ne dépend que de k et* ε, ε *étant un nombre positif arbitrairement petit.*

Il suffira de démontrer l'énoncé suivant : Soit p un nombre premier vérifiant la condition $p \nmid (a_1, \ldots, a_k)$: alors

(1) $$\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[fx)] = O)\left[p^{\left(1-\frac{1}{k}\right)l}\right].$$

Définition. — Soit l_ν l'entier tel que $p^{l_\nu} \mid \nu a_\nu$, $p^{l_\nu+1} \nmid \nu a_\nu$, et soit

$$t = \min(l_1, \ldots, l_k).$$

Désignons par s le plus grand entier tel que $p^t \mid s a_s$, $p^{t+1} \nmid s a_s$. Nous appellerons s l'indice du polynome $f(x)$, et écrivons $s = \operatorname{ind} f(x)$. Nous avons immédiatement les lemmes suivants :

Lemme 1. — $\operatorname{ind} f(x) = \operatorname{ind} f(x+\lambda)$.

Lemme 2. — $\operatorname{ind} f(x) \geq \operatorname{ind} f(px)$.

Lemme 3. — Si $\operatorname{ind} f(x) = \operatorname{ind} f(px)$, alors $f'(x) \equiv 0 (\bmod p^{t+1})$ entraîne $p \nmid (x)$.

Démonstration de l'égalité (1). — Puisque $p \nmid (a_k, \ldots, a_1)$, on a $p^t \leq k$. Si $l \leq 2t+1$, le théorème est évident, car, pour $t > 0$, on a

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| \leq p^{2l} \leq p^{t+1} \leq p^{3t} \leq k^3$$

et, pour $t = 0$, on retombe sur un théorème de M. Mordell (¹).

Supposons donc que $l > 2t+1$. Soient $\lambda_1, \ldots, \lambda_e$ les racines distinctes de $f'(x) \equiv 0 \ (\bmod p^{t+1})$. Évidemment $e \leq p^t k \leq k^2$ et

$$\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)] = \sum_{i=1}^{p^{t+1}} \sum_{\substack{x=1 \\ x \equiv i,\ (p^{t+1})}}^{p} e_{p^l}[f(x)]$$

Si i n'est pas l'une des valeurs $\lambda_1, \ldots, \lambda_e$ alors, en posant $x = y + p^{l-t-1} z$,

---

(¹) *Quarterly Journ. of Math.*, 3, 1934, p. 161-167.

on a

$$\sum_{\substack{x=1\\ x\equiv i,\,(p^{t+1})}}^{p^l} e_{p^l}[f(x)] = \sum_{\substack{y=1\\ y\equiv i,\,(p^{t+1})}}^{p^{l-t-1}} \sum_{z=1}^{p^{t+1}} e_{p^l}[f(x) - p^{l-t-1}zf'(y)] = 0.$$

Donc

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| = \left|\sum_{i=1}^{e} \sum_{\substack{x=1\\ x\equiv \lambda_i,\,(p^{t+1})}}^{p} e_{p^l}[f(x)]\right| \leqq e \max_{1\leqq i\leqq e}\left|\sum_{y=1}^{p^{l-t-1}} e_{p^l}[f(\lambda_i + p^{t+1}y) - f(\lambda_i)]\right|$$
$$= e \max_{1\leqq i\leqq e}\left|\sum_{x=1}^{p^{l-t-1}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|,$$

où p^{u_i} est la puissance la plus élevée de p qui divise tous les coefficients de $f(\lambda_i + p^{t+1}y) - f(\lambda_i)$. Il s'ensuit que

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p_l}[f(x)]\right| \leqq e \max_{1\leqq i\leqq e} p^{u_i-t-1}\left|\sum_{x=1}^{p^{l-u_i}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|$$
$$\leqq e \max_{1\leqq i\leqq e} p^{u_i\left(1-\frac{1}{l}\right)}\left|\sum_{x=1}^{p^{l-u_i}} e_{p^{l-u_i}}[g_i(x)]\right|,$$

car $u_i \leqq k(t+1)$.

Si ind. $f(x)$ = ind. $g_i(x)$, alors d'après le lemme 3, on a $e=1$; autrement, on aura $e\leqq k^2$. Si l'on applique la méthode successivement, il existe au plus k fois qui donnent le facteur $\neq 1$ ($il \leqq k^2$), tandis que les autres donnent le facteur 1. Nous parvenons finalement à

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_{p^l}[f(x)]\right| \leqq k^{2h} p^{l\left(1-\frac{1}{k}\right)},$$

ce qui établit l'inégalité (1).

Remarque. — Si k n'est pas de la forme 2^g ou $2^g.3$, on peut obtenir le résultat suivant, un peu plus précis :

$$\left|\sum_{x=1}^{p^l} e_q[f(x)]\right| \leqq q^{1-\frac{1}{k}}.$$

Le théorème donné plus haut permet de combler une lacune dans un article important de M. Vinogradow ([2]). D'autre part, il fournit des

([2]) *Recueil Math.*, nouvelle série, 3, 1938, p. 453.

applications sur le problème de Waring relatif à certains polynomes, ainsi que sur la théorie des distributions uniformes. On a, par exemple, le suivant : Supposons que

$$\left|\alpha - \frac{a}{q}\right| \leqq \frac{1}{qp^{k-1+\frac{1}{k}+\varepsilon}},$$

alors le nombre des valeurs de la partie fractionnaire de $\alpha f(x)$, $x = 1, \ldots, P$, qui se trouvent dans l'intervalle de longueur $\gamma(\gamma \leqq 1)$, est égal à

$$\gamma P + P\left(Pq^{-\frac{1}{k}+\varepsilon}\right).$$

GÉOMÉTRIE. — *Application du théorème de Dalembert à l'étude de configurations géométriques.* Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. Élie Cartan.

1. J'ai eu l'occasion de me servir, dans l'étude de certaines configurations géométriques, d'un principe dont l'existence est, au fond, basée sur la démonstration du théorème de Dalembert.

Étudions par exemple le problème : *déterminer un tétraèdre* T *inscrit dans une biquadratique* $\mathcal{B}$ *et conjugué par rapport à une quadrique* σ. Le problème n'est possible que si σ est harmoniquement incrite dans toutes les quadriques issues de $\mathcal{B}$, ce qui revient à deux conditions linéaires par rapport aux coefficients tangentiels de σ; il s'agit de démontrer que, *réciproquement*, si ces deux conditions sont réalisées, il existe 2 tétraèdres de l'espèce cherchée et 2 seulement, sauf cas spécial où il existe ∞^1 tétraèdres. Rappelons que, si 2 tétraèdres T_1, T_2 sont conjugués par rapport à une même quadrique σ, leurs sommets sont les 8 points communs aux ∞^2 quadriques d'un système linéaire ponctuel, leurs faces, les 8 plans tangents communs aux ∞^2 quadriques d'un système linéaire tangentiel, et que, *réciproquement*, une de ces trois propriétés entraîne les deux autres. Exprimons les coordonnées du point courant de $\mathcal{B}$ en fonction d'un paramètre elliptique u choisi de sorte que $u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = 0$ soit la condition nécessaire et suffisante pour que les 4 points correspondants soient coplanaires; cela posé, on voit aisément que, si 3 tétraèdres T_1, T_2, T_3 existent pour $(\mathcal{B}, \sigma)$, la somme des arguments des sommets de chacun est égale à la même demi-période ω de la fonction elliptique employée.

Ces préliminaires établis, regardons $\mathcal{B}$ comme *donnée;* le système des

quadriques σ harmoniquement inscrites dans les quadriques issues de $\mathcal{B}$ forme une variété V_7 dont on peut représenter chaque individu par un point d'un espace linéaire, *complexe*, à 7 dimensions. D'autre part le choix de 7 points $u_1, u_2, \ldots, u_7$ sur $\mathcal{B}$ détermine une variété W_7; le huitième point u_8 tel que $u_1 + \ldots + u_7 + u_8$ soit nulle en résulte, puis la quadrique σ' (unique) conjuguée par rapport aux 2 tétraèdres $(u_1 u_2 u_3 u_4)$ et $(u_5 u_6 u_7 u_8)$; en vertu du choix des u_i *au hasard*, $\mathcal{B}$ et σ *n'admettent que ces 2 tétraèdres*, de sorte que chaque élément de W_7 peut être représenté, indifféremment, soit par les u_i, soit par la quadrique σ qui en résulte; cette variété W_7 (considérée comme ensemble de quadriques σ') est manifestement contenue dans V_7 : or V_7 est *indécomposable*, donc W_7 *épuise* V_7 complètement, et la proposition en résulte.

2. Le lien entre la façon si simple dont le résultat est obtenu et la démonstration du théorème de Dalembert consiste en ce fait que nous déterminons au moyen de relations algébriques l'élément *inconnu* de W_7 qui doit être attaché à un élément *donné* de V_7; les équations d'identification sont en même nombre que les inconnues et l'élimination de toutes les inconnues, sauf une, conduit à une équation résolvante qui a des solutions, précisément parce que Dalembert l'a fait constater; la possibilité d'éliminer toutes les inconnues, sauf une, résulte de ce que V_7 est *indécomposable*.

D'ailleurs il est intéressant, au point de vue philosophique, de constater que l'existence du théorème de Dalembert revient bien à prouver que toute variété W_n, contenue dans une variété indécomposable V_n, épuise V_n. En effet le polynome $z^n + A_1 z^{n-1} + \ldots + A_n$, où les A_i sont complexes, peut être représenté par un point $(A_1, \ldots, A_n)$ qui décrit un espace complexe V_n à n dimensions. Le polynome $(z - a_1)(z - a_2), \ldots, (z - a_n)$, où les a_i sont complexes, peut être représenté par le point $(a_1, \ldots, a_n)$ qui engendre une variété W_n : la variété W_n est incluse dans V_n, et démontrer le théorème de Dalembert revient à démontrer que W_n *épuise* V_n complètement.

3. L'application du même principe m'a permis d'obtenir *sans calcul* le résultat suivant : prenons sur $\mathcal{B}$ quatre points u_1, u_2, u_3, u_4 tels que $u_1 + u_2 + u_3 + u_4$ soit égal à ω, puis, *au hasard*, une des ∞^3 quadriques σ_1 conjuguée par rapport au tétraèdre $(u_1 u_2 u_3 u_4)$: *cette quadrique* σ_1 *n'admet avec* $\mathcal{B}$ *que le tétraèdre en jeu*, *mais comptant pour deux tétraèdres confondus*. Prenons maintenant un tétraèdre $(u_5 u_6 u_7 u_8)$ de même définition que le premier; ces deux tétraèdres ont une quadrique conjuguée commune unique σ_2, qui admet, avec $\mathcal{B}$, ∞^1 tétraèdres; l'ensemble σ_1 forme une variété W'_6, l'ensemble σ_2 une W''_4; ces variétés sont contenues dans la W_7

définie précédemment; il n'y a aucune contradiction, car W_7 est indécomposable; mais la particularisation des constantes peut fournir des fractions intéressantes, à un nombre moindre de dimensions. J'ai développé ces résultats dans un Mémoire rédigé en collaboration avec M. Labrousse, qui paraîtra bientôt dans un autre Recueil.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une propriété de la fonction* $m(r, A)$ *de M. Nevanlinna dans les fonctions méromorphes.* Note de Mme **Laurent-Schwartz**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit $z = g(Z)$ la fonction inverse. Soit A un point du plan des Z intérieur à un domaine Δ qui ne contient aucun point critique de $g(Z)$ et que nous pouvons supposer à distance finie.

Les déterminations $g_n(Z)$ de $g(Z)$ sont holomorphes et univalentes dans Δ. Soient $g'_n(Z)$ les fonctions linéaires des fonctions $g_n(Z)$ qui pour $Z = A$ sont nulles et ont une dérivée égale à 1; elles forment une famille normale sans limites constantes à l'intérieur de Δ, soit par exemple dans le domaine fermé Δ_1 contenant à son intérieur le cercle Γ de centre A et de rayon $\rho \leqq 1$. Nous désignerons par la même lettre en caractère majuscule, minuscule et minuscule accentué les éléments homologues correspondant à Z, $g_n(Z)$ et $g'_n(Z)$, ou leurs affixes. z et z' décrivent des figures semblables.

Soit le cercle $|z| = r$. Soient $\alpha_i\,\beta_i$, u_i, v_i les arcs de ce cercle respectivement intérieurs à l'un des homologues γ_n de Γ et à l'un des homologues δ_n de Δ.

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + \sum_i \frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}\alpha_i}^{\operatorname{Arg}\beta_i} \operatorname{Log}\frac{1}{|Z-A|}\,d\theta,$$

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + \sum_i \frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}u_i}^{\operatorname{Arg}v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z-A|}\,d\theta.$$

Un arc $u_i v_i$ n'étant pris dans la somme que s'il contient un arc $\alpha_i\beta_i$,

$$\frac{1}{2\pi}\int_{\operatorname{Arg}u_i}^{\operatorname{Arg}v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z-A|}\,d\theta = \frac{1}{2\pi r}\int_{u_i}^{v_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z-A|}\,ds = \frac{1}{2\pi r'}\int_{u'}^{v'_i} \overset{+}{\operatorname{Log}}\frac{1}{|Z-A|}\,ds'.$$

Du fait de la normalité, l'arc $u'_i v'_i$ est borné supérieurement et, d'autre part, on a

$$|z'| > \lambda\,|Z - A| \qquad (\lambda \geqq 1).$$

Il vient donc

$$\int_{u'_i}^{v'_i} \overset{+}{\operatorname{Log}} \frac{1}{|Z-A|}\, ds' < \operatorname{Log}\lambda \operatorname{Arc} u'_i v'_i + \int_{u'_i}^{v'_i} \overset{+}{\operatorname{Log}} \frac{1}{|z'|}\, ds'.$$

Cette dernière intégrale est bornée; elle est inférieure à $k \operatorname{Arc} u'_i v'_i$, car l'arc $u'_i v'_i$ est borné inférieurement du fait qu'il contient l'arc $u'_i \alpha'_i$ dont l'homologue est borné inférieurement.

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + (\operatorname{Log}\lambda + k) \sum_i \frac{\operatorname{Arc} u_i v_i}{2\pi r}$$

$$m(r, A) < \operatorname{Log}\frac{1}{\rho} + \operatorname{Log}\lambda + k.$$

Lorsque Δ contient des points critiques de $g(Z)$ tels que le nombre de déterminations qui s'échange dans Δ soit borné, on peut faire un raisonnement analogue à celui-ci. Nous énoncerons donc ce théorème :

Soit une fonction méromorphe; si A *est une valeur régulière de la fonction inverse ou plus généralement si le nombre des déterminations, qui s'échangent dans un voisinage arbitrairement petit mais fixe de* A, *est borné supérieurement, la fonction* $m(r, A)$ *est bornée; en particulier* A *n'est pas une valeur déficiente* (¹).

Le raisonnement fait s'applique aussi aux fonctions méromorphes dans un cercle. On peut l'étendre aux fonctions algébroïdes, car, étant données des fonctions $g_n(Z)$ holomorphes dans Δ et d'ordre de multivalence borné, on peut opérer, sur chacune d'elles, une transformation linéaire de façon à obtenir une famille normale.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur les moyennes arithmétiques de la série de Taylor*. Note (¹) de M. **Nikola Obrechkoff**, présentée par M. Paul Montel.

Pour la somme partielle S_n de la série de Taylor

$$(1) \qquad f(a+h) = f(a) + hf'(a) + \frac{h^2}{2!} f''(a) + \ldots,$$

(¹) Certains résultats compris dans cet énoncé ont été donnés par M. Collingwood (*Comptes rendus*, 179, 1924, p. 1125) et par M. Ullrich (*Journal für die reine u. ang. Mathematik*, 166, 1932, p. 220-234).

(¹) Séance du 27 mars 1940.

on a la formule classique

$$(2)\qquad S_n = f(a+h) - \frac{1}{n!}\int_a^{a+h} (a+h-t)^n f^{(n+1)}(t)\,dt,$$

qui est à la base de toutes les recherches pour la convergence de la série (1). Dans cette Note nous démontrons une formule nouvelle pour les moyennes de Cesàro de la série (1). Posons

$$S_n^k = \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{h^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(a), \qquad A_n^k = \binom{n+k}{n},$$

$$S_n^k = S_0^{k-1} + S_1^{k-1} + \ldots + S_n^{k-1};$$

nous avons alors la formule

$$(3)\quad S_n^k = A_n^k f(a+h) - A_n^{k-1} h f'(a+h) + A_n^{k-2}\frac{h^2}{2!} f''(a+h) - \ldots$$

$$+ (-1)^k \frac{1}{A_n^k} f^{(k)}(a+h) + \frac{(-1)^{k-1}}{u!\,n!}\int_a^{a+h} (a+h-t)^n (t-a)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

La démonstration se fait par induction. Considérons la fonction de u

$$g_k(u) = \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(a) - A_n^k f(x) + A_n^{k-1}\frac{x-u}{1!} f'(x)$$

$$- A_n^{k-2}\frac{(x-u)^2}{2!} f''(x) + \ldots + (-1)^{k-1}\frac{(x-u)^k}{k!} f^{(k)}(x).$$

Pour la dérivée, nous obtenons facilement

$$g'_k(u) = \sum_{\mu=0}^{n-1} (A_{n-\mu}^k - A_{n-\mu-1}^k)\frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu+1)}(u) + \frac{(x-u)^n}{n!} f^{(n+1)}(u)$$

$$- A_n^{k-1} f'(x) + A_n^{k-2}\frac{x-u}{1!} f''(x) + \ldots + (-1)^k \frac{(x-u)^{k-1}}{(u-1)!} f^{(k)}(x)$$

$$= \sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^{k-1}\frac{(x-u)^\mu}{\mu!} f^{(\mu+1)}(u)$$

$$- A_n^{k-1} f'(x) + A_n^{k-2}\frac{x-u}{1!} f''(x) - \ldots + (-1)^k \frac{(x-u)^{k-1}}{(k-1)!} f^{(k)}(x).$$

Cette formule montre que $g'_k(u)$ est l'expression $g_{k-1}^{(1)}(u)$ qui correspond à la fonction $f'(x)$. Donc, en supposant la formule (3) vraie pour $k-1$, on aura

$$g'_k(u) = \frac{(-1)^k}{(k-1)!\,n!}\int_u^x (x-t)^n (t-u)^{k-1} f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

Comme $g_k(x) = 0$, on en déduit

$$g_k(u) = \frac{(-1)^{k+1}}{k!\,n!}\int_u^x (x-t)^n (t-u)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt,$$

et la formule (3) est démontrée.

La formule (3) peut s'écrire

$$(4)\quad f(a+h) = \frac{1}{A_n^k}\sum_{\mu=0}^{n} A_{n-\mu}^k \frac{h^\mu}{\mu!} f^{(\mu)}(a) + \frac{A_n^{k-1}}{A_n^k}\frac{h}{1!}f'(a+h)$$
$$-\frac{A_n^{k-2}}{A_n^k}\frac{h^2}{2!}f''(a+h) + \ldots + (-1)^{k-1}\frac{1}{A_n^k}\frac{h^k}{k!}f^{(k)}(a+h) + R_n^{(k)},$$
$$R_n^{(k)} = \frac{(-1)^k}{(n+)\,k!}\int_a^{a+h}(a+h-t)^n (t-a)^k f^{(n+k+1)}(t)\,dt.$$

Pour le reste, on obtient facilement l'expression

$$(5)\qquad R_n^{(k)} = \frac{(-1)^k h^{n+k+1} p!}{n!\,(p+k+1)!\,A_n^k}(1-\theta)^{n-p} f^{(n+k+1)}(a+\theta h) \qquad (0<\theta<1),$$

où p est un nombre entier ($0 \leq p \leq n$).

La formule (4) peut être utilisée pour étudier la sommabilité de la série de Taylor par les moyennes arithmétiques et aussi pour le calcul de la fonction $f(x)$, puisque (5) montre clairement que la convergence des moyennes $S_n^{(k)}/A_n^k$ devient plus forte avec l'augmentation de k. Nous donnerons d'ailleurs des applications importantes de cette formule.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Sur l'expression de la force électromotrice dans les machines à courants alternatifs.* Note de M. **André Guilbert**, présentée par M. Charles Fabry.

Il est possible, par exploration, de connaître en tous points la valeur du champ dans l'entrefer d'un alternateur ou d'une machine quelconque à courants alternatifs. Si l'on considère un induit ne comportant qu'une encoche par pôle et par phase, la courbe de la force électromotrice induite reproduit exactement, aux échelles près, celle de la répartition du champ dans l'entrefer. Lorsque cet induit présente u encoches par pôle et par phase, la courbe de la force électromotrice s'obtient en ajoutant les ordonnées de u courbes semblables à la précédente convenablement et régulièrement décalées les unes par rapport aux autres.

Appelons

$\mathcal{H}$ la composante normale du champ dans l'entrefer, $2p$ le nombre de pôles, θ l'abscisse angulaire comptée à partir d'une ligne neutre, n le nombre de conducteurs d'une phase, l la longueur active d'un conducteur, r le rayon de la partie active de l'induit, V la vitesse linéaire relative du champ inducteur dans cette partie active, ω et F la pulsation et la fréquence qui en résultent, ν le nombre total d'encoches par pôle.

La répartition du champ dans l'entrefer, supposée symétrique par rapport à l'axe des pôles, peut être représentée par

$$\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \sin p\theta + \mathcal{H}_3 \sin 3p\theta + \mathcal{H}_5 \sin 5p\theta + \ldots.$$

En un point de l'induit le champ est donné en fonction du temps par la même expression, dans laquelle on a remplacé $p\theta$ par ωt.

La force électromotrice, dans le cas d'une encoche par pôle et par phase, est

$$e = n\mathcal{H}l\mathrm{V};$$

si l'on remarque que

$$\mathrm{V} = r\frac{d\theta}{dt} = r\frac{\omega}{p} = r\frac{2\pi\mathrm{F}}{p},$$

cette expression devient

$$e = \frac{nlr2\pi\mathrm{F}}{p}[\mathcal{H}_1 \sin\omega t + \mathcal{H}_3 \sin 3\omega t + \mathcal{H}_5 \sin 5\omega t + \ldots].$$

Le flux qui passe à travers un contour polaire tracé sur l'induit à partir de l'abscisse θ est

$$\Phi_{(\theta)} = \int_{\theta}^{\frac{\pi}{p}+\theta} \mathcal{H} lr\, d\theta = \frac{2lr}{p}\left[\mathcal{H}_1 \cos p\theta + \frac{\mathcal{H}_3}{3}\cos 3p\theta + \frac{\mathcal{H}_5}{5}\cos 5p\theta + \ldots\right].$$

Posons

$$\Phi_1 = \frac{2lr}{p}\mathcal{H}_1, \qquad \Phi_3 = \frac{2lr}{3p}\mathcal{H}_3, \qquad \Phi_5 = \frac{2lr}{5p}\mathcal{H}_5, \qquad \ldots;$$

le flux émané d'un pôle inducteur est alors

$$\Phi = \Phi_{(0)} = \Phi_1 + \Phi_3 + \Phi_5 + \ldots$$

et la force électromotrice s'écrit

$$e = \pi n \mathrm{F}[\Phi_1 \sin\omega t + 3\Phi_3 \sin 3\omega t + 5\Phi_5 \sin 5\omega t + \ldots].$$

Lorsque l'induit présente u encoches par pôle et par phase, l'expression

de la force électromotrice se déduit de la précédente grâce aux coefficients de chevauchement définis par l'harmonique d'ordre h par

$$K_h = \frac{\sin \frac{h\pi u}{2v}}{u \sin \frac{h\pi}{2v}},$$

$$e = \pi n F [K_1 \Phi_1 \sin \omega t + 3 K_3 \Phi_3 \sin 3\omega t + 5 K_5 \Phi_5 \sin 5\omega t + \ldots].$$

La valeur efficace de cette force électromotrice est

$$E = \frac{\pi}{\sqrt{2}} n F \sqrt{K_1^2 \Phi_1^2 + 9 K_3^2 \Phi_3^2 + 25 K_5^2 \Phi_5^2 + \ldots}.$$

En pratique, on se limite le plus souvent au terme fondamental en assimilant Φ à Φ_1, d'où l'expression classique

$$E = \frac{\pi n F K_1 \Phi}{\sqrt{2}}.$$

La répartition de $\mathcal{H}$ étant toujours variable avec la saturation, on voit qu'en toute rigueur il ne peut y avoir proportionnalité entre la valeur efficace de la force électromotrice, réduite ou non à son terme fondamental, et le flux émané d'un pôle.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'absorption par la vapeur de sodium de la raie jaune crépusculaire.* Note de M. **Alfred Kastler**, présentée par M. Charles Fabry.

Peu de temps après la découverte de la luminescence de la raie jaune atmosphérique pendant le crépuscule, par R. Bernard (¹), et l'identification de cette raie avec les raies D du sodium par des mesures interférentielles (²), l'auteur avait indiqué une méthode simple pour étudier la finesse de la raie crépusculaire : son absorption par une cuve à vapeur de

(¹) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 448.

(²) J. Cabannes, J. Dufay et J. Gauzit, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 221 et 870 et *Astrophysical Journal*, 88, 1938, p. 164; R. Bernard, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 928, 1137 et 1669; *Nature*, 141, 1938, p. 788 et *Zeitschr. f. Physik*, 110, 1938, p. 291.

sodium dont on fait varier la température et la pression de vapeur ([3]). La même méthode a été préconisée depuis par J. Franck et C. A. Rieke ([4]), et sa réalisation a été annoncée par G. Cario et U. Stille ([5]) sans indication de résultat. Ces auteurs utilisent un montage sans spectrographe avec filtres monochromateurs. Mais cette méthode a l'inconvénient de ne pas séparer la lumière de la raie D de celle de la bande de diffusion qui l'accompagne toujours en proportions variables, suivant les conditions atmosphériques.

Pour obtenir un résultat d'une interprétation sûre, l'auteur a préféré adopter la technique d'absorption à un spectrographe lumineux à ouverture de chambre F/0,7.

Le montage comporte les éléments suivants :

Une lentille L projette sur la fente F du spectrographe les images de deux cuves en quartz à faces parallèles juxtaposées C et C′. L'axe optique du système est dirigé vers le ciel à environ 23° de l'horizon en direction du Nord. La cuve C a été évacuée et scellée après y avoir distillé un peu de sodium. On a vérifié qu'elle présente le phénomène de résonance optique. La cuve C′, ouverte à l'air, sert de cuve témoin. On obtient ainsi sur la plaque deux spectres juxtaposés dont la lumière a traversé respectivement C et C′. L'ensemble des cuves C et C′ a été chauffé au bout d'une cheminée d'amiante à chicanes par le courant ascendant d'un bec de gaz. La température a été mesurée au contact de la cuve C immédiatement au-dessous d'elle (θ_2) et au-dessus d'elle (θ_1).

Le sodium métallique se rassemble sur la paroi supérieure de la cuve, et l'on peut admettre dans ces conditions que la pression de vapeur correspond à la température de la paroi la plus froide (θ_1), et la largeur Doppler de la raie d'absorption à la température maximum (θ_2). Cette hypothèse a été adoptée pour les calculs d'absorption ([6]).

Malgré l'imperfection actuelle du réglage thermique, le résultat qualitatif est déjà net : *La raie crépusculaire* D, *très intense à travers le tube témoin, s'affaiblit et finit par disparaître complètement lorsqu'elle est photo-*

([3]) A. Kastler, *Procès-verbaux des séances de la Soc. des Sc. phys. et natur. de Bordeaux*, année 1937-1938, p. 164.

([4]) *Astrophys. Journal*, 89, 1939, p. 463.

([5]) *Zeits. f. Physik*, **113**, 1939, p. 442.

([6]) Les méthodes de calcul sont exposées dans A. C. G. Mitchell and M. W. Zemansky, *Resonance Radiation and Excited Atoms*, Cambridge, 1934, Chap. III, p. 122 et 323.

graphiée à travers la cuve à vapeur de sodium qu'on chauffe progressivement iusqu'à une température θ_1 *de* 200° C.

Dans les mêmes conditions la raie d'une petite flamme d'alcool salé ne subit aucun affaiblissement perceptible. Le tableau ci-dessous résume l'étude d'une série de clichés.

Date du cliché.	Températures (°C) θ_1.	θ_2.	Degré d'absorption.	k_0 (D_1).	$k_0 l$ (D_1).	(D_2).
1. 16-2-40......	15	15	Pas d'absorption.	0	0	0
2. 6-3-40......	15	15	»	0	0	0
3. 7-3-40......	125	250	Absorption faible.	0,09	0,27	0,54
4. 11-3-40......	125	235	» »	0,09	0,27	0,54
5. 10-3-40......	145	245	» partielle.	0,42	1,26	2,52
6. 9-3-40......	170	330	» forte.	2,4	7,2	14,4
7. 3-3-40......	190	280	» »	7,6	22,8	45,6
8. 15-2-40......	200	350	» totale.	13	39	78
9. 5-3-40......	240	400	» »	100	300	600

En désignant par k_0 le coefficient d'absorption au centre d'une raie Doppler et par l l'épaisseur de vapeur absorbante (ici $l = 3^{cm}$), on peut calculer, en fonction de l'absorption A_α mesurée expérimentalement, la largeur des raies d'émission ([7]). Les coefficients k_0 se calculent à partir de la courbe de tension de vapeur du sodium.

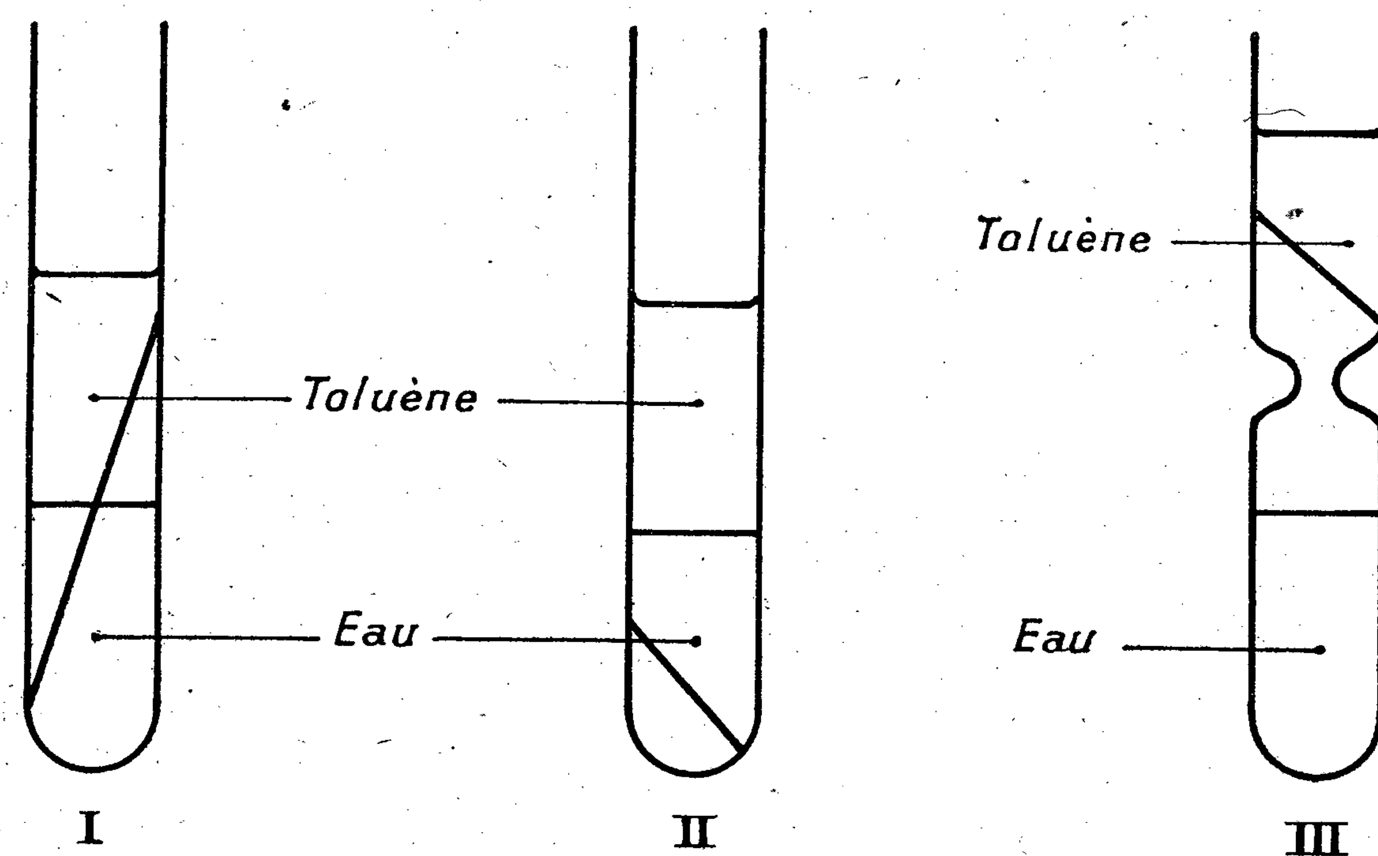
Comme, d'après R. Bernard, l'intensité de la raie D_2 est environ le double de celle de la raie D_1 dans l'émission céleste, on peut admettre que l'auto-absorption des raies par le sodium atmosphérique est négligeable et considérer la forme des raies d'émission comme une forme Doppler pure.

L'application à notre exemple montre que les composantes de la raie jaune crépusculaire ont une largeur de l'ordre de l'effet Doppler correspondant à l'intervalle de température entre 100 à 300° C., soit environ 0,03 Å. C'est l'ordre de grandeur de la finesse des raies dans les émissions de résonance.

([7]) La réalisation d'un thermostat à chauffage électrique est à l'étude.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Altération des métaux par certains acides organiques dissous dans des liquides non aqueux.* Note [1] de M. **René Dubrisay**, présentée par M. Marcel Délépine.

J'ai indiqué [2] les résultats préliminaires obtenus dans l'étude de la corrosion des métaux par les acides forméniques dissous dans les solvants autres que l'eau, et montré qu'aucune corrosion ne se manifestait s'il n'y avait pas présence simultanée d'humidité et d'oxygène. J'ai fourni quelques précisions complémentaires dans le cas des premiers termes de la série des acides forméniques agissant sur le cuivre : je voudrais donner



aujourd'hui des indications analogues dans le cas des termes supérieurs, insolubles ou pratiquement insolubles dans l'eau.

Des lames de cuivre électrolytique étaient disposées dans trois positions différentes par rapport à la surface de séparation des phases (voir la figure) :

1° lame plongeant simultanément dans les deux phases;

2° lame plongeant uniquement dans la phase aqueuse;

3° lame plongeant uniquement dans la phase organique.

Dans les trois cas, on observe nettement une altération du métal, ainsi qu'il résulte des données numériques suivantes :

---

(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) René Dubrisay et J.-J. Goupil, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1101.

1° Lame de cuivre placée dans la position II. Solution à 1 % d'acide palmitique dans le xylène. Cuivre attaqué après 14 mois de contact : $0^{g},260$ [3].

2° Lames de cuivre attaquées par une solution à 0,5 % d'acide stéarique dans le toluène : après un mois de contact :

Position	I.	II.	III.
Cuivre attaqué	$0^{g},003$	$0^{g},003$	$0^{g},006$

L'altération manifestée dans la position II est *a priori* surprenante puisque le métal n'est pas en contact avec le milieu acide, le phénomène peut toutefois s'expliquer en admettant que, sous l'action simultanée de l'eau et des agents atmosphériques, il se forme un composé du cuivre qui n'est pas absolument insoluble dans l'eau et qui est attaqué par l'acide gras à la surface de séparation des deux couches. La formation d'un tel composé a été d'ailleurs envisagée par divers auteurs [4], et j'ai pu vérifier que de l'eau tridistillée, laissée pendant plusieurs semaines en contact de cuivre même rigoureusement purifié, donnait les réactions des ions cuivriques au mercurisulfocyanure d'ammonium en présence d'acétate de zinc. En outre, le cuivre électrolytique en copeaux se recouvre d'un enduit rougeâtre qu'une étude microchimique effectuée, sur ma demande, au laboratoire de mon collègue, M. Emschwiller, conduit à regarder comme un oxyde cuivreux [5].

La corrosion du métal dans la position III peut être expliquée par des considérations analogues, l'attaque se produisant en des points où des gouttelettes d'eau se déposent à la surface du métal, dépôt provoqué soit par des variations de température, soit par humidification locale du métal. Cette conception est d'ailleurs justifiée par le fait que l'altération commence à se manifester par points isolés.

Dans la position I, il y a combinaison des deux modes d'attaque.

Des résultats analogues ont été obtenus dans le cas du zinc et du cadmium. Par contre, avec l'aluminium aucune altération appréciable ne se manifeste.

---

(3) Le sel cuivrique formé vient se rassembler à la surface de séparation des deux liquides, sans doute par un phénomène analogue à la flottation.

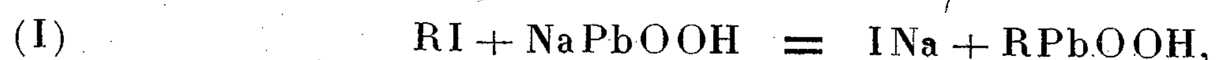
(4) Voir en particulier Bengough et Hudson, *J. Ind. Met.*, **21**, 1919, p. 87. Il est à noter que l'altération du métal se manifeste même dans le cas où l'eau est recouverte d'une couche de xylène ou de toluène.

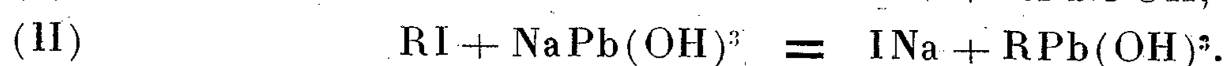
(5) $0^{mg},305$ de cet enduit comportaient $0^{mg},030$ d'eau, $0^{mg},035$ de gaz carbonique et (par différence) $0^{mg},240$ d'oxygène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réaction de Meyer appliquée au plomb.* Note de M. **Michel Lesbre**, présentée par M. Marcel Delépine.

On a vu ([1]) que l'extension au plomb de la réaction dite de Meyer ([2]) nous a permis de préparer de nouveaux dérivés organo-plombiques, à partir des plombites alcalins d'une part, des iodures d'alcoyle (méthyle et éthyle) d'autre part.

En admettant, avec la plupart des auteurs ([3]), la monoacidité de l'hydroxyde de plomb, la réaction peut s'écrire de deux manières, en fonction de la constitution très controversée des monoplombites alcalins ([4]) :





$$\text{(I)} \qquad RI + NaPbOOH = INa + RPbOOH,$$

$$\text{(II)} \qquad RI + NaPb(OH)^3 = INa + RPb(OH)^3.$$

En raison de leur isologie avec les acides siliconiques, germanoniques et stannoniques, nous avons désigné ces composés sous les noms d'acides alcoyl-plomboniques.

La préparation générale des acides plomboniques est rendue délicate par l'instabilité des plombites alcalins (l'hydroxyde de plomb est nettement basique, à l'inverse de l'hydroxyde stanneux, plus apte à l'alcoylation, qui fait la transition avec les hydroxydes acides du type formique).

Nous avons fait réagir à la température de 5° les iodures de méthyle, éthyle, propyle, isopropyle, *n*-butyle, benzyle et allyle sur une solution alcaline de l'hydrate ($3PbO, H^2O$) renfermant environ $0^{mol},15$ de plomb dissous par litre. Des traces d'iode, ou mieux d'iodure de sodium, catalysent l'alcoylation; nous avons reconnu que les iodures fraîchement préparés ou soumis à la désiodisation (par distillation sur de la tournure de cuivre ([5]) réagissent moins facilement que les produits vieillis à la lumière solaire.

([1]) *Comptes rendus*, **200**, 1935, p. 559.

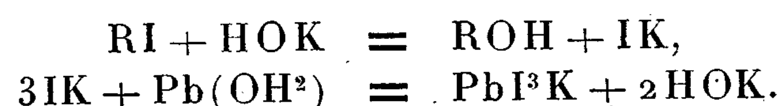
([2]) *Ber. d. chem. Gesells.*, **16**, 1883, p. 1442.

([3]) Berl et Austerweil, *Z. f. Elektrochem.*, **13**, 1907, p. 165; Töpelmann, *J. prakt. Chem.*, **121**, 1929, p. 320; Fontana, Garrett et Vellenga, *J. Amer. Chem. Soc.*, **61**, 1939, p. 367.

([4]) Scholder et Pätsch, *Z. f. anorgan. Chem.*, **216**, 1933, p. 176; Lehrmann et Leiger, *J. Amer. Chem. Soc.*, **60**, 1938, p. 142.

([5]) *Cf.* E. Gand, Thèse, Marseille, 1937, p. 15

La soude doit être préférée à la potasse, qui forme avec les oxydes de plomb des solutions colloïdales, et donnerait ici presque exclusivement du plomboiodure de potassium suivant les réactions probables



$$\mathrm{RI + HOK = ROH + IK,}$$
$$\mathrm{3IK + Pb(OH^2) = PbI^3K + 2HOK.}$$

La formation d'alcools à partir des iodures est en effet constante; on les caractérise facilement à l'état d'aldéhydes.

L'iodure est absorbé très lentement, en faisant place parfois à un dépôt pulvérulent, mélange à composition variable de plombonate et de plomboiodure de sodium (notamment dans le cas de l'iodure de méthyle). Mais dans la généralité des cas, l'acide plombonique doit être extrait du filtrat acidifié par l'acide chlorhydrique à 10 %; on précipite par l'ammoniaque, traite le précipité par l'acide bromhydrique dilué, reprécipite par la potasse à 5 % (il est parfois plus indiqué d'isoler le tribromoplombane par concentration sous vide des solutions bromhydriques, et de le saponifier ensuite par la potasse) :

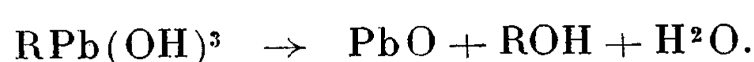


$$\mathrm{RPbBr^3 + 3HOK = RPb(OH)^3 + 3BrK.}$$

Tous ces composés sont en effet très solubles dans les acides dilués, solubles dans les alcalis concentrés, mais insolubles dans l'ammoniaque et les alcalis dilués.

Comme les plombites, les plombonates métalliques sont très instables, décomposables par l'acide carbonique et facilement hydrolysables. Ils se différencient des stannonates par le fait que l'ébullition de leurs solutions aqueuses ne donne pas naissance aux dérivés qui correspondraient aux cétones [6].

Très altérables à l'état humide (la décomposition commence déjà à la température de 35°), les acides plomboniques libèrent par pyrolyse en tube scellé de l'eau et de l'alcool ROH, le résidu étant formé d'oxyde de plomb PbO :



$$\mathrm{RPb(OH)^3 \rightarrow PbO + ROH + H^2O.}$$

La décomposition thermique de l'acide benzylplombonique donne lieu, en outre, à la formation de plombtétrabenzyle.

Les dérivés halogénés $\mathrm{RPbX^3}$ et leurs complexes pyridinés ont fait l'objet de deux Notes antérieures [7].

---

(6) M. Lesbre, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **2**, 1935, p. 1189.

(7) M. Lesbre, *Comptes rendus*, **204**, 1937, p. 1822; **206**, 1938, p. 1481.

PÉDOLOGIE. — *Sur l'altération des basaltes miocènes du Cantal et sur la nature des sols qui en dérivent.* Note de M. **Henri Erhart**.

Au cours de l'excursion géologique interuniversitaire de l'année 1939, les participants ont visité une carrière de basalte miocène exploitée aux environs d'Aurillac, à Coissy, sur la route du Lioran. Ce basalte est remarquable par l'ampleur des phénomènes d'altération qu'il présente. Ils se traduisent déjà, à première vue, par des géodes et des veines de calcite à l'intérieur de la roche relativement fraîche. La roche, complètement altérée, est surmontée par une couche de terre ocreuse qui atteint environ 8 mètres d'épaisseur. Les premiers 5 mètres, en allant de bas en haut, sont en place et représentent un profil pédologique complet. Sa partie supérieure est blanchie et doit être assimilée à un horizon podzolé de sol forestier. Les 3 derniers mètres du front de taille sont constitués par des produits de remaniements anciens, de même couleur que le sol sous-jacent. Ils sont, à leur tour, recouverts d'un sol détritique récent, de couleur gris noir.

Comme les produits de remaniements anciens sont, un peu plus loin, surmontés par des sables pontiens où l'on a découvert la faune à *Hipparion gracile*, ce sol enterré représente un sol fossile miocène. Son étude renseigne, non seulement sur les caractéristiques de l'altération des basaltes à l'époque miocène, mais elle permet de comprendre la nature de la terre arable des vastes *planèzes* du Cantal, constituée en grande partie par des produits d'altération des roches volcaniques de cette époque.

A l'état frais, le basalte montre des phénocristaux d'olivine, des microlites d'augite et des baguettes de plagioclases (labrador), de la magnétite et de l'apatite, noyés dans un verre.

Au cours de l'altération, l'olivine et le pyroxène se transforment progressivement en limonite, avec production passagère d'antigorite. Les plagioclases donnent naissance à de la kaolinite et de la calcite. L'antigorite et la calcite disparaissent complètement dans les parties supérieures du sol. Celui-ci est alors constitué essentiellement par de la limonite et de la kaolinite, renfermant comme seuls minéraux primitifs la magnétite et l'apatite. Cette dernière est divisée en petits fragments, mais reste d'une fraîcheur remarquable.

Les deux constituants principaux du sol sont parfaitement mis en

évidence par les courbes thermiques qui montrent les crochets caractéristiques de l'hydroxyde de fer et de la kaolinite, à l'exclusion de toute autre anomalie thermique. L'analyse chimique globale des matériaux, effectuée par M. Raoult, rend compte des pertes et des gains que le sol a subis au cours de sa genèse.

	Roche fraîche.	Roche altérée.	Sol complètement formé.	Perte.	Gain.
SiO^2	43,74	41,26	34,74	9,00	–
Al^2O^3	13,64	14,92	22,36	–	8,72
Fe^2O^3	2,88	9,08	16,17	–	13,29
FeO	8,27	2,80	2,34	5,93	–
MgO	8,60	5,09	0,39	8,21	–
CaO	12,38	10,06	1,76	10,62	–
Na^2O	2,37	1,37	0,18	2,19	–
K^2O	2,03	0,93	0,29	1,74	–
TiO^2	3,02	3,38	5,06	–	2,04
P^2O^5	0,67	0,85	0,51	0,16	–
Perte à 105°C.	0,71	5,34	6,35	–	5,64
Perte au rouge	0,89	4,23	10,06	–	9,25
MnO	0,12	0,10	0,12	–	–
CO^2	1,02	0,92	traces	1,02	–
SO^3	traces	traces	traces	–	–

Il ressort de l'ensemble de l'analyse et de l'examen du taux des éléments dans le sol, que la roche mère a perdu presque la moitié de ses éléments primitifs altérables. Le taux de silice devrait être doublé s'il n'y avait pas eu de perte pour cet élément. La diminution de la silice est donc, en réalité, beaucoup plus accentuée qu'il ne ressort du tableau d'analyses, et porte sur plus de la moitié du total de silice combinée dans les silicates primitifs. La silice restante est uniquement celle qui s'est combinée avec l'alumine pour former la kaolinite. La presque totalité des bases alcalines et alcalino-terreuses a disparu, en même temps que la silice qui leur était liée.

Notons l'évolution des valeurs pH dans le sol (mesures à l'électrode de verre, en partant d'une boue faite avec le sol et 50 % de son poids d'eau). Celles-ci débutent par une réaction alcaline de 7,18 dans la roche altérée, et s'élèvent ensuite progressivement vers une faible acidité en passant par les valeurs 6,96, 6,83 et 6,66. Ces conditions physico-chimiques, résultant de l'équilibre entre les acides humique et carbonique produites par l'ancienne végétation et les bases libérées, expliquent assez

bien la marche de l'altération, et, en particulier, le maintien d'une partie de la silice et de la totalité de l'alumine. L'altération kaolinique que présentent les basaltes étudiés permet d'autre part de prévoir les caractères agronomiques principaux des sols de culture de cette origine, notamment en ce qui concerne la valeur de leur complexe absorbant et leur réserve minérale. Une conclusion d'ordre phytogéographique peut encore être tirée de ces constatations. La forêt miocène était une végétation de pays humide tempéré. Elle ne pouvait donner naissance à l'altération latéritique qui est la caractéristique des sols des régions tropicales.

GÉOLOGIE. — *Sur la faune sannoisienne de Péchelbronn.* Note de Mlle **Suzette Gillet**, présentée par M. Charles Jacob.

L'examen de la faune des couches de base de la série oligocène de Péchelbronn, dont les niveaux connus depuis longtemps se poursuivent dans le Nord du pays de Bade, a donné les résultats suivants :

Un certain nombre d'espèces sont communes avec celle du Sannoisien du bassin du Rhône (Gard) (1) et du Sud de la Limagne, où s'étendait un lac annexe du lac rhodanien (2).

a. Dans la *zone dolomitique* et à la base des *couches de Péchelbronn inférieures*, on trouve *Potamides aporoschema* Font., qui caractérise, dans le Gard, la limite entre l'Éocène et l'Oligocène et existe sans doute aussi en Limagne.

b. Dans les *couches de Péchelbronn moyennes* : 1° les couches *Mytilus socialis* Braun contiennent *Tympanotonus submargaritaceum* Ludw. (Gard et Limagne).

2° Les *couches à Bryozoaires* contiennent *Melanoides Juliani* Dep. (Gard).

3° Les couches à Hydrobies ont fourni *Melanoides* (*Tarebia*) *trimargaritifera* Ludw., *M. vardinica* Font., *M. juliani* Dep., *M. fasciata* Sow., *M.* (*Jacquotia*) *apirospira* Font., *Nystia chasteli* Nyst, *N. plicata* Arch. et Vern., *Melanopsis romajencis* Font., *Melania albigensis* Noulet var. *dumasi* Font. (Limagne et Gard).

c. Dans les *couches de Péchelbronn supérieures*, on trouve la faune des

(1) F. Roman, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, **10**, 1910, p. 927.

(2) J. Giraud, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° **87**, **13**, 1902, p. 372.

couches à Striatelles [3] du Gard et du Sud de la Limagne. Outre les espèces du niveau précédent, ce sont *Melanoides nysti* Nyst, *M. (Tarebia) barjacensis* Font. (espèce qui pullule dans l'horizon), *Melanopsis carinata*, *M. subulata* Sow., *M. acrolepta* Font., *M. mansiana* Noulet.

Au Sannoisien il existait donc des relations entre le lac rhénan et le lac sud-rhodanien. Ces relations, si souvent discutées, n'avaient pu être mises jusqu'à présent en évidence. Ébauchées à la base du Sannoisien, elles ont dû s'établir largement à la fin de l'étage pour cesser avec le Stampien, époque où le lac rhénan est, comme on le sait, envahi par des eaux marines venues de l'Est.

Il semble, en outre, que les Ostracodes des couches du Sannoisien de Péchelbronn puissent, comme les Foraminifères au Stampien, servir à délimiter des niveaux locaux :

1° Pour les *couches de Péchelbronn inférieures* semble caractéristique : *Cytherella muensteri* Roem.

2° Pour les *couches de Péchelbronn moyennes*, où les Ostracodes abondent (surtout dans les couches à Hydrobies), il faut citer : *Cytheridea debilis*, *C. ligula* Lienenkl., *Cytheridea torosa* Jones, avec ses variétés *muelleri* Muenster et *helvetica* Lienenkl., espèce prédominante, *Cythereis dubia* Lienenkl. (au même niveau en Bade), *Candona reptans*, *C. subaequalis* Jones, ainsi que trois espèces de toute petite taille non encore déterminées.

3° Dans les *couches de Péchelbronn supérieures* : *Cytheridea perforata*, *C. cuneata*, *Cytherella praesulcata* Lienenkl. prédominent.

Une étude plus approfondie de cette microfaune conduira certainement à des résultats intéressants.

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Nouvelles preuves du rôle de l'échauffement progressif de la mer dans l'affaissement apparent des côtes septentrionales de l'Europe.* Note [1] de M. **Jean Legrand**, présentée par M. Georges Perrier.

J'ai signalé [2] que l'affaissement apparent n'est pas localisé au littoral de la Mer du Nord ou de la Baltique, et peut être décelé à Brest entre 1863

---

[3] *Striatella* est un nom anciennement employé pour *Melanoides*.

[1] Séance du 1er avril 1940.

[2] *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 929-932.

et 1918. J'ajoute aujourd'hui que, s'il s'agit d'un phénomène à longue période, le renversement de la tendance n'est pas encore perceptible car, en dépit de fluctuations secondaires, le niveau moyen annuel a continué à monter de 1918 à 1936, ainsi qu'à Marseille et au Portugal.

J'ai proposé d'expliquer cette ascension par un réchauffement lent et prolongé des eaux littorales, vue basée sur le graphique synoptique construit par moi des moyennes chevauchantes par cinq années, soit du niveau moyen annuel (N.M.A.) à Brest, Le Helder, Ymuiden, aux ports allemands et à Bergen; soit de la température moyenne annuelle de la mer en surface au Terschelling Bank (T.S.M.). La corrélation entre N.M.A et T.S.M. apparaissait nettement sur un deuxième graphique consacré à la côte hollandaise de 1882 à 1913 ([3]).

A titre de vérification, j'ai dépouillé une longue suite d'observations norvégiennes des T.S.M., notamment à Torungen, sur le Skager Rack, et Utsire sur le parallèle d'Aberdeen. J'ai repris les données danoises (et non germaniques) de Horns Rev. Les moyennes par cinq années, en chevauchant, sont ascendantes et concordent avec celles de Terschelling. Les mêmes moyennes appliquées aux N.M.A d'Esbjerg au Danemark donnent un tracé parallèle à celui du Helder. Le tracé N.M.A. de Bergen est plus contrasté, et presque identique à celui de T.S.M. Torungen.

M. Cot m'ayant suggéré que le réchauffement de la mer devait être associé à un relèvement de la température moyenne annuelle de l'atmosphère des stations européennes à climat non continental, j'ai dépouillé à la Bibliothèque de l'Office national météorologique un grand nombre de statistiques, et je suis en mesure de montrer que les graphiques synoptiques des moyennes chevauchantes par cinq années des températures moyennes annuelles de l'air (T. A.), depuis Lisbonne jusqu'à Vardo en Arctique, diffèrent peu des graphiques T. S. M. pour les mêmes stations (exemple : Torungen), et accusent un réchauffement très net, surtout depuis 1888, et cela jusqu'en 1936 (moyenne quinquennale utilisant les données de 1938).

Si la tendance ascendante est générale, les fluctuations secondaires ne sont pas synchrones. Par exemple, les maxima des T. A. et T. S. M. (cinq années) en 1912, en Baltique et Mer du Nord, retrouvés à Brest et Paris (T. A.), en concordance avec N. M. A., Wilhelmshaven, Esbjerg, retardent sur N. M. A. Bergen et précèdent N. M. A. Brest et surtout Marseille.

([3]) Ces graphiques ont paru dans *Le Génie Civil*, **113**, 1938, p. 479.

Le gros maximum quinquennal des T. A. Lisbonne, Paris, Brest et même Le Helder en 1897, est écrêté sur T. S. M. Terschelling et neutralisé sur N. M. A. Brest, sans doute par une tendance contraire qui réagit sur le climat et détermine la baisse alors que N. M. A. Marseille continue à monter jusqu'à la moyenne quinquennale de 1902.

Il me paraît préférable de reprendre ailleurs au point de vue climatologique et sur les moyennes annuelles et non plus leurs moyennes quinquennales, l'étude de ces déphasages, ainsi que de déterminer si l'adoucissement des hivers coïncide avec l'ascension des moyennes quinquennales T. A.

Dans tous les cas, les très basses températures n'entrent pas en ligne de compte pour les tracés T. S. M., car j'ai dû choisir des stations où la mer ne gèle qu'exceptionnellement, pour obtenir des données sans lacunes.

Me cantonnant aujourd'hui dans l'analyse des causes des oscillations de longue période des N.M.A., en particulier à Brest et Marseille, il est toutefois nécessaire que j'insiste sur ce point que le réchauffement de la mer ne suffit pas généralement à rendre compte de l'amplitude de ces oscillations, comme le montre un calcul simple appliqué à une mer peu profonde : la mer du Nord. J'ai proposé d'admettre (4) que ces oscillations sont dues aux migrations de certaines masses d'eaux marines, différenciées, non seulement par leur température, mais par leur salinité.

La concordance des tracés T.S.M. et T.A. n'est donc pas une banale conséquence du réchauffement *in situ* des eaux de surface.

L'influence des courants d'eaux froides sur le climat littoral qu'elles atteignent est aussi effective en son genre que celle dite du Gulf Stream, et dans un cas comme dans l'autre, une dénivellation est nécessaire, quel que soit l'agent de l'énergie solaire qui l'a engendrée et l'itinéraire emprunté, en sorte que le rythme même de cette énergie n'est plus reconnaissable, sur les périodes plus longues que le cycle annuel des saisons.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la perturbation magnétique du 24 mars 1940.* Note de MM. **Louis Eblé**, **Gaston Gibault** et **Émile Tabesse**, présentée par M. Charles Maurain.

Cette perturbation s'est produite en même temps que les troubles dans les communications qui ont été signalés en de nombreux pays et que des

(4) *Génie Civil*, loc. cit.

aurores polaires observées en des points du Globe où ce phénomène est exceptionnel. Quoique net, le début ne se présente pas sur les magnétogrammes enregistrés à Chambon-la-Forêt et à Nantes avec la brusquerie que l'on rencontre fréquemment; il s'est produit le 24 mars à $13^h 48^m$. L'agitation est devenue très intense et les écarts considérables à partir de $15^h 30^m$ jusqu'à 2^h le 25. Les variations sont, dans cette période, extrêmement rapides : on en relève qui atteignent 1° en déclinaison, 0,00400 en intensité horizontale et 0,00100 en intensité verticale dans l'espace de 20 minutes. L'agitation change de caractère et les oscillations deviennent brusquement plus lentes le 25 à 11^h; elle persiste jusqu'au 26 à 3^h.

L'amplitude de la variation au cours de cet orage magnétique, relevée sur le magnétographe de Chambon, dépasse 1°40′ pour la déclinaison, 0,00750, soit 1/27H pour la composante horizontale et 0,00350 pour la composante verticale; cette dernière valeur a certainement été notablement dépassée, le point lumineux étant sorti des limites de la feuille. Le magnétographe de Nantes, dont l'amplification est un peu plus faible, a enregistré les variations presque sans lacunes; il indique des amplitudes respectives de 1°36′, 0,00650 et 0,00460, cette dernière un peu inférieure à l'amplitude réelle qui a approché ainsi de 0,00500, soit environ 1/82Z.

Ces écarts ont été rarement atteints dans nos régions; en particulier ils dépassent un peu ceux de la grande perturbation du 25 janvier 1938. L'amplitude de 2° en déclinaison ne s'est rencontrée que deux fois depuis l'origine des observations magnétiques organisées par Mascart : le 31 octobre 1903 et le 25 septembre 1909, où elle a atteint 3°; la composante horizontale variait ce jour-là de 1/20 de sa valeur. Dans presque tous les cas de perturbation exceptionnelle, il a été impossible d'évaluer la grandeur des variations de la composante verticale, la balance magnétique étant généralement déréglée dès ses premières oscillations; cependant on a pu observer, le 23 mars 1920, une amplitude de 1/64Z, à laquelle ne correspondait que 1/58H. Il semble donc que, si l'on considère à la fois la déclinaison et les deux composantes de l'intensité, l'on doive classer la perturbation du 24 mars 1940 comme la troisième depuis 1883, la plus violente étant celle du 25 septembre 1909, et la deuxième celle du 31 octobre 1903.

Une nouvelle perturbation a débuté brusquement le 29 mars à $16^h 1^m$. Quoique moins forte que la précédente, elle présente encore une amplitude totale de 55′ pour la déclinaison, 0,00430 et 0,00330 pour les deux composantes horizontale et verticale au cours de la première journée. Cet orage a été remarquable par sa durée, qui s'est étendue sur 3 jours jusqu'au matin du 1er avril.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action, sur la mitose des Végétaux, de deux alcaloïdes puriques.* Note de M. **Adrien Gosselin**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

L'action de la caféine sur les cellules végétales paraît très mal connue. Il semble que Mainx (1) ait aperçu des anomalies mitotiques dans les poils de *Tradescantia pilosa* traités par cet alcaloïde, et Shigenaga (2) donne, de ces anomalies observées, *in vivo*, dans les jeunes pétales de *Tradescantia reflexa*, un tableau très sommaire et discutable. Au cours de nos recherches sur les Avoines canadiennes, nous avons essayé aussi la théophylline et la théobromine (3). Nous avons traité des plantules d'Avoine (*Avena sativa* L., var. *Anthonia* H. et G.) par des solutions à 1/1000e de ces alcaloïdes (racines plongeant dans la solution), expériences répétées sur des plantules de Pois (*Pisum sativum* L.); les traitements par les solutions actives ont été de 1 à 6 jours. La caféine et la théophylline agissent de la même manière. Nous pouvons résumer ainsi les principaux faits observés.

On remarque, d'abord, que la croissance des racines est progressivement ralentie, dès le début du traitement, et ne tarde pas à s'arrêter complètement, tandis qu'apparaît, dans la région subterminale d'allongement, une tuméfaction plus ou moins étendue, comparable à celle que présentent les racines traitées par la colchicine.

L'étude cytologique (fixateurs, Helly et Navachine; coloration, Feulgen ou hématoxyline ferrique) des racines traitées révèle des troubles de la division, très différents de ceux provoqués par la colchicine (pas de stathmocinèse).

Dès le début du traitement, on observe que le cloisonnement des cellules, après division nucléaire, n'a pas lieu ou n'a lieu que d'une manière incomplète; cependant, le fuseau, parfaitement visible, paraît normalement constitué; mais il semble que son fonctionnement, en tant que phragmoplaste, soit entravé ou inhibé : les deux noyaux-fils restent côte à côte dans la cellule incomplètement divisée ou indivise. Ces deux noyaux, ou l'un d'entre eux, peuvent, à leur tour, subir une mitose normale :

---

(1) *Zool. Jahrb., Abt. f. Allg. Zool. u. Physiol. der Tiere,* 41, 1924, p. 553.

(2) *Cytologia,* vol. Jubil. Fujii, 1937, p. 464.

(3) En raison de sa très faible solubilité dans l'eau, la théobromine se prête mal aux expériences.

d'où la formation de cellules tri- ou quadrinuclées, ou même, après quelques jours de traitement, la présence de six noyaux. Lorsque deux noyaux entrent simultanément en mitose, dans le cadre exigu d'une cellule, il arrive que les deux figures mitotiques se confondent; d'où la formation d'une plaque équatoriale géante à $4n$ chromosomes; il semble même que des confusions peuvent se produire entre un nombre plus élevé de figures mitotiques. Quoi qu'il en soit, après quelques jours de traitement, on observe, fréquemment, dans le méristème, de ces figures métaphasiques extrêmement allongées, avec un fuseau *très étalé*, figures qui rappellent les métaphases géantes reproduites par Politzer ([4]). Dans de nombreux cas, les chromosomes alignés à l'équateur de ces vastes fuseaux ne sont pas dissociés : ils subissent, sur place, les transformations télophasiques, et des noyaux géants présentant, en coupe, un aspect vermiforme, sont ainsi reconstitués.

La division des noyaux, de dimension normale ou fusionnés, que peut contenir une cellule, n'est d'ailleurs pas toujours rigoureusement synchrone; on peut observer, dans l'intérieur d'une même cellule, un noyau dans lequel les transformations prophasiques commencent à peine, tandis que l'autre noyau se trouve manifestement en fin de prophase; plus rarement, on peut voir que l'un des noyaux est en prophase, tandis que l'autre est en métaphase ou même en anaphase. Enfin, de nombreuses cellules méristématiques contiennent des micronoyaux; les uns, de structure normale, paraissent dériver d'un bourgeonnement nucléaire; d'autres, colorés d'une manière uniforme par la méthode de Feulgen et présentant l'aspect de gouttes pycnotiques, pourraient correspondre à des noyaux dégénérescents.

Les ébauches radicellaires présentent les mêmes phénomènes que les méristèmes apicaux, mais avec une plus grande intensité. Vis-à-vis de la caféine, comme vis-à-vis de la colchicine [Mangenot ([5])], les ébauches radicellaires se révèlent beaucoup plus sensibles à l'agent toxique que le méristème initial lui-même. On observe, dans les ébauches radicellaires, des noyaux géants (jusqu'à 90^{μ} de grand axe chez l'Avoine dont les noyaux normaux n'excèdent pas $10\text{-}12^{\mu}$), accompagnés de micronoyaux en nombre plus ou moins élevé; lorsqu'un de ces grands noyaux entre en division, il arrive que les processus prophasiques s'y déroulent sans

([4]) *Protoplasma Monogr.*, 7, 1934, p. 83.
([5]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1105.

synchronisme, comme on l'a remarqué dans les noyaux géants des ébauches radicellaires colchicinées.

Parmi les effets ainsi produits par la caféine et la théophylline, on retrouve ceux que Simonet et Guinochet considèrent comme caractéristiques du type paradichlorobenzénique ([6]). Nous pouvons assurer, après étude comparative, que, malgré certaines convergences finales (formation de noyaux géants), ils sont extrêmement différents de ceux produits par les agents de stathmocinèse (colchicine; arsenicaux); la tuméfaction de la zone subterminale d'allongement n'est elle-même qu'un syndrome pouvant traduire l'action de substances très diverses dont les effets cytologiques ne sont pas les mêmes. Nous croyons que, sans une étude précise et complète des divers troubles produits par les substances agissant sur la division des cellules, étude qui, pour certaines de ces substances, au moins, est loin d'être faite, toute considération d'ordre pharmacodynamique est prématurée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mécanisme de la stimulation mutuelle des grains de pollen germant en collectivité.* Note de M. **Roberto Savelli**, présentée par M. Marin Molliard.

L'explication la plus simple de l'excitation mutuelle entre grains de pollen germant ensemble en espace limité serait d'admettre la diffusion dans ce milieu d'une substance stimulant la croissance, qu'elle se trouve préalablement renfermée dans les grains, ou qu'elle se produise pendant la germination, ou enfin qu'elle soit engendrée en tant que nécrohormone par les quelques grains qui sont en voie de disparition (ce qui arrive toujours dans une culture un peu nombreuse ou sur le stigmate). On peut même penser tout simplement que la stimulation provient de quelque facteur physique ou chimique dû à l'intensité respiratoire, évidemment plus grande dans une collectivité riche. Dans ce cas, comme dans l'hypothèse d'une sécrétion d'auxine, le facteur actif devrait avoir un rôle général dépourvu de toute spécificité. Fixons notre attention sur ce dernier point : nous pouvons trancher la question d'une manière nette par un essai qui, tout simple qu'il est, ne nous semble pas moins revêtir la valeur d'un véritable *experimentum crucis.* Il s'agit d'étudier le comportement d'une

([6]) *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 1057; **131**, 1939, p. 222.

collectivité mixte, c'est-à-dire composée de deux espèces de pollen différentes, toutes deux capables de ressentir l'effet de collectivité. Elles seront mélangées *en quantités très différentes* : si les grains de pollen de l'espèce A, clairsemés parmi la grande masse de pollen B, se comportent *comme dans une collectivité riche*, cela signifie alors qu'ils ressentent toute l'influence de la masse germante B, comme si elle était de leur même espèce, et que cette masse agit donc par des facteurs non spécifiques. Si, au contraire, les grains A se comportent comme s'ils existaient seuls, comme si la masse de pollen B n'existait pas, autrement dit si chaque collectivité partielle se manifeste comme autonome, au sein de la collectivité mixte, alors il faut écarter toute hypothèse d'un facteur général de stimulation, tel que le serait, par exemple, le dégagement des produits de la respiration. Notre expérience, d'une exécution moins facile qu'on ne le croirait, mène à un résultat net : il faut renoncer à l'idée d'une stimulation générale, et par là-même à toute hypothèse trop simple.

Passons donc aux détails de l'exécution. Beaucoup d'espèces de pollen, même d'abord bien différentes, finissent (après gonflement et germination) par ne plus permettre à l'œil de les reconnaître, lorsqu'elles sont mélangées; et c'est là un fâcheux facteur limitant les possibilités expérimentales : tel est le cas, par exemple, de *Leonotis leonurus* vis-à-vis de *Nicotiana*. Et lorsqu'on a trouvé deux pollens assez différents pour éviter cette difficulté, peut-être auront-ils des exigences différentes quant au milieu de culture. Ainsi *Nicotiana* préfère les solutions de lactose, tandis que *Gliadiolus tristis* préfère le saccharose. Toutefois il y a des variétés de *N. Tabacum*, telles que *Fumo de S. Paulo* et la v. *fruticosa* (= *N. chinensis*), qui germent très bien dans le saccharose à 20 %, ce qui permet de les associer en collectivités mixtes avec *Gladiolus tristis*, qui peut s'associer, d'autre part, à *Leonotis leonurus*. Les collectivités de 1000-1500 grains de pollen de *Gl. tristis* dans une goutte nourricière, du volume que nous employons d'habitude, donnent environ 70 % de germination, avec des tubes qui atteignent même 960^{μ}. Si ces 1500 grains de pollen sont répartis entre 30-40 gouttes nourricières, le pourcentage de germination tombe à 20 %, et les tubes atteignent bien rarement des maxima de à peine 100^{μ}. L'expérience comparative en collectivité mixte est délicate, vu la variabilité physiologique du pollen, même tiré d'une seule fleur. Il faut, en général, que la collectivité mixte résulte de l'association bien intime de deux collectivités partielles numériquement bien différentes : par exemple, 30 grains de *Gl. tristis*, contre 3000 de *N. Tab.* v. *chinensis*. Préparons 20

ou 30 de ces expériences : nous verrons que, dans tous les cas, la présence d'environ 3000 tubes polliniques très longs de *Nicotiana*, leurs produits de sécrétion, leur activité respiratoire, n'ont pas le moindre effet stimulant sur *Gladiolus;* dans la plupart des cas la germination de *Gladiolus* n'a pas même été déclenchée; et, dans les autres cas, de rares tubes ne dépassent pas 80$^{\mu}$, tout comme dans les témoins sans *Nicotiana*. L'expérience inverse, c'est-à-dire 40-50 grains de *Nicotiana*, dans une grande masse de *Gladiolus*, donne les mêmes résultats : seuls les grains de *Gladiolus* germent beaucoup, et *Nicotiana* ne germe que dans la faible mesure qui correspond à sa collectivité, si elle était seule. De même, 10-20 grains de pollen de *Leonotis leonurus* ne germent point du tout, même entourés de 1500 grains de *Gladiolus;* et une association de 500 grains d'une espèce et 500 de l'autre donne une germination également médiocre pour l'une et pour l'autre; c'est dire que les actions des deux masses ne sont pas additives. Ne généralisons pas : il se peut très bien qu'on découvre des couples de pollen capables d'échanger des influences stimulantes ou même inhibitrices, mais ici il nous suffit d'une seule expérience bien faite pour écarter les hypothèses trop simples et commodes que nous avions nous-même tout d'abord formulées.

EMBRYOGÉNIE VÉGÉTALE. — *Embryogénie des Myrtacées. Développement de l'embryon chez le* Myrtus communis *L.* Note de M. **René Souèges**, présentée par M. Pierre-Augustin Dangeard.

Il se constitue, chez le *Myrtus communis*, une tétrade régulière en T (*fig.* 4), par division transversale de la cellule basale (*fig.* 2) et segmentation verticale de la cellule apicale du proembryon bicellulaire (*fig.* 1). A la génération suivante, l'élément inférieur de cette tétrade se divise transversalement; les deux cellules supérieures juxtaposées prennent une cloison à peu près méridienne pour donner quatre quadrants, disposés dans un plan horizontal, et l'élément intermédiaire, *m*, se partage, soit longitudinalement (*fig.* 7), soit transversalement (*fig.* 6 et 8). Ces deux derniers modes de segmentation font apparaître des formes octocellulaires, présentant les unes quatre (*fig.* 7), les autres cinq étages (*fig.* 8).

Aux dépens des quadrants se différencient quatre octants supérieurs, *l*, et quatre octants inférieurs, *l'* (*fig.* 9 et 10). Mais les parois qui président à ces différenciations sont diversement orientées, parfois nettement transversales, le plus souvent obliques (*fig.* 9 à 12). Il en résulte que les octants ne se montrent pas toujours distinctement

disposés en deux étages de quatre. D'autre part, dans les octants, les parois de segmentation sont également irrégulièrement disposées, de sorte que les blastomères qu'elles séparent offrent, dans les coupes, des formes et des dimensions fort variables (*fig.* 11 à 18). Passé certains stades (*fig.* 19 et s.), on ne peut déterminer l'origine

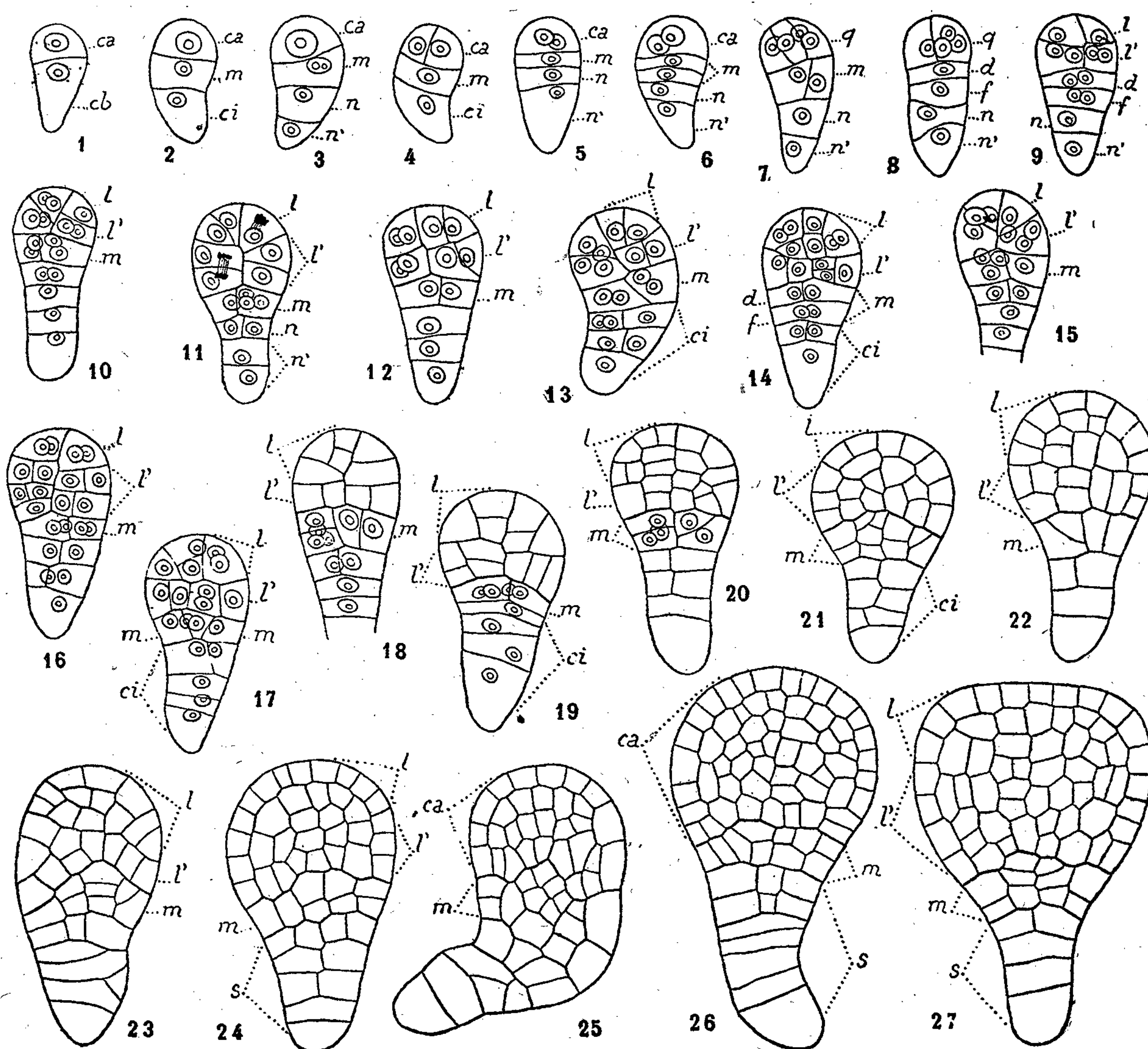


Fig. 1 à 27. — *Myrtus communis* L. — Les principaux termes du développement de l'embryon. *ca* et *cb*, cellule apicale et cellule basale du proembryon bicellulaire; *m*, cellule intermédiaire de la tétrade ou massif cellulaire qui en dérive; *ci*, cellule inférieure de la tétrade ou groupe cellulaire qui en résulte; *d* et *f*, cellules filles superposées de *m*; *n* et *n'*, cellules filles superposées de *ci*; *q*, quadrants; *l*, octants supérieurs ou partie cotylée; *l'*, octants inférieurs ou partie hypocotylée; *s*, suspenseur. G. = 530.

exacte des blastomères engendrés. Ceux qui proviennent de *l* donnent incontestablement naissance à la partie cotylée (*fig.* 22 à 27); ceux qui tirent origine de *l'* produisent de toute évidence la partie hypocotylée. Quand les protubérances cotylédonaires commencent à se former (*fig.* 27), aucune différenciation nette ne se distingue à l'intérieur du corps embryonnaire; seul l'épiderme apparaît individualisé.

Les deux cellules juxtaposées, issues de *m*, dans le proembryon octocellulaire à quatre étages, produisent, par divisions à peu près méridiennes, quatre cellules

circumaxiales (*fig.* 11, 13, 15 à 17); puis, par cloisons verticales, transversales ou obliques, un massif cellulaire qui se comporte comme une hypophyse véritable, fournissant les initiales de l'écorce au sommet radiculaire et le primordium de la coiffe (*fig.* 21 à 27). Les deux cellules superposées, *d* et *f*, issues de *m* dans le proembryon octocellulaire à cinq étages, peuvent contribuer à la construction de l'hypophyse; mais, le plus souvent, seule la cellule *d*, se comportant comme sa mère dans les formes dérivées du proembryon octocellulaire à quatre étages, donne naissance au tissu hypophysaire; sa sœur *f*, avec les éléments produits par l'élément *ci* de la tétrade, entre alors dans la construction d'un suspenseur *sensu stricto*, court, n'offrant aucune différenciation spéciale.

L'embryon du *Myrtus communis* présente les plus étroits rapports avec celui des Renonculacées. Les lois du développement sont, dans les deux cas, fondamentalement les mêmes. Les descriptions et les figures que j'ai naguère données au sujet de cette dernière famille [1] pourront aider à comprendre, si l'on veut bien s'y reporter, tous les détails de construction des formes, la plupart irrégulières et complexes, du *Myrtus communis*. Chez le *Myosurus minimus* et les *Ranunculus*, on rencontre généralement la forme octocellulaire à quatre étages; chez les *Clematis*, c'est la forme à cinq étages qui s'observe le plus souvent.

GÉNÉTIQUE. — *Nouvelles recherches sur la monogénie et son hérédité chez* Armadillidium vulgare *Latr.* (*Isopodes terrestres*). Note de M. **Albert Vandel**, présentée par M. Maurice Caullery.

Les recherches de H. W. Howard [1] et les miennes [2] ont établi l'existence, chez l'Isopode terrestre *Armadillidium vulgare* Latr., du phénomène de la *monogénie*, c'est-à-dire la production, par une femelle, d'individus tous, ou en majorité, du même sexe. Certaines femelles, dites *arrhénogènes*, donnent exclusivement, ou en majorité, des mâles; d'autres, dites *thélygènes*, engendrent exclusivement, ou en majorité, des femelles. La poursuite et l'extension de mes élevages m'ont permis de mettre en évidence de nouveaux faits relatifs à la monogénie. Les deux principaux sont les suivants :

---

(1) R. Souèges, *Bull. Soc. bot. Fr.*, 57, 1910, p. 242 et 267; 58, 1911, p. 128, 542, 629 et 718; 59, 1912, p. 23; 60, 1913, p. 150, 237, 283, 506, 542 et 615.

(1) *Nature*, 142, 1938, p. 1038.

(2) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1050-1052.

1° J'avais admis, dans une précédente Note [3], que les femelles d'*Armadillidium vulgare* se répartissent, comme celles de *Trichoniscus provisorius* [Vandel [4]], en femelles *monogènes*, donnant une descendance en totalité, ou en majorité, d'un seul sexe, et en femelles *amphogènes*, engendrant les deux sexes à égalité. Cette conclusion reposait sur l'examen de la descendance engendrée par 15 femelles, au cours de l'été 1938. J'avais admis que 7 d'entre elles représentaient des femelles amphogènes. L'examen de la descendance engendrée par ces 7 femelles, au cours de l'été 1939, m'a montré qu'elles ne pouvaient être considérées comme des femelles amphogènes; toutes ont présenté, la seconde année, des caractères indéniables d'arrhénogénie. D'autre part, 7 nouvelles femelles, mises en élevage en 1939, se sont révélées toutes monogènes. Au total, 22 femelles (ayant donné jusqu'ici une descendance de 5417 individus) *se sont toutes montrées monogènes*. Le caractère monogène de la descendance est plus ou moins fortement marqué, suivant les femelles; la proportion de descendants mâles, donnée par les femelles arrhénogènes, varie de 60 à 100 %, et celle donnée par les femelles thélygènes, de 40 à 2 %. Mais aucune des femelles étudiées ne peut être considérée comme une véritable amphogène.

D'autre part, sur les 11 femelles étudiées par Howard [4], une seule paraît être amphogène. Les femelles d'*Armadillidium vulgare* semblent donc appartenir toutes, ou à peu près toutes, au type monogène. Si des femelles vraiment amphogènes existent, elles doivent être fort rares. Cette constatation prend tout son intérêt lorsqu'on la rapproche des conditions offertes par *Trichoniscus provisorius;* dans cette dernière espèce, la proportion de femelles monogènes est bien inférieure à celle des femelles amphogènes [22 % de femelles monogènes; Vandel [3]]. Si l'on se rappelle que le genre *Trichoniscus* appartient aux Oniscides inférieurs, tandis qu'*Armadillidium* est l'un des types d'Oniscides les plus spécialisés que nous connaissions, on doit en conclure *que la fréquence de la monogénie s'est accrue parallèlement à la spécialisation du groupe*.

2° L'examen de la descendance (2063 individus) des fils et des filles engendrés, en 1938, par les femelles originelles, a permis d'établir le mode d'hérédité de la monogénie, chez *Armadillidium vulgare*. Howard [4] pense que le père intervient pour déterminer le type (arrhénogène ou thélygène) auquel appartiennent les filles. Contrairement au généticien anglais, j'ai

---

(3) *Bull. Biol. France-Belgique*, 72, 1938, p. 147-186.

(4) *Nature*, 144, 1939, p. 979.

constaté que l'hérédité de la monogénie suit, chez *Armadillidium*, les mêmes règles que chez *Trichoniscus* [Vandel (³)], à savoir que les différents types monogènes (arrénogène, thélygène, allélogène) se trouvent sous la dépendance exclusive de la femelle, et que leur hérédité suit les règles de l'hérédité maternelle ou cytoplasmique; le mâle ne semble exercer aucune action sur leur répartition.

Toutes les femelles exceptionnelles, filles de femelles arrhénogènes, dont j'ai poursuivi l'étude (au total 10), se sont montrées arrhénogènes, comme leurs mères (sauf une qui s'est révélée allélogène). Les femelles thélygènes engendrent des filles qui sont en majorité thélygènes; cependant, chez quelques-unes, le type s'inverse et devient arrhénogène (sur 16 femelles, filles de mères thélygènes, 11 se sont montrées thélygènes et 5 arrhénogènes). Cette inversion du type ne saurait être considérée comme relevant de l'influence du mâle. En effet, des femelles sœurs (ayant donc le même père), accouplées à des mâles prélevés dans la même portée, se sont montrées les unes thélygènes, les autres arrhénogènes. Inversement, des femelles accouplées, les unes à des mâles exclusifs (issus de femelles arrhénogènes), les autres à des mâles exceptionnels (issus de femelles thélygènes), se sont toutes montrées thélygènes, comme leur mère. Ces résultats prouvent que ni le père, ni le conjoint n'interviennent pour déterminer le type de la descendance des femelles monogènes. Celui-ci se trouve sous la dépendance exclusive de la femelle, et suit le mode de l'hérédité cytoplasmique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les précurseurs physiologiques de l'adrénaline.* Note (¹) de Mlle **Andrée Vinet**, présentée par M. Maurice Javillier.

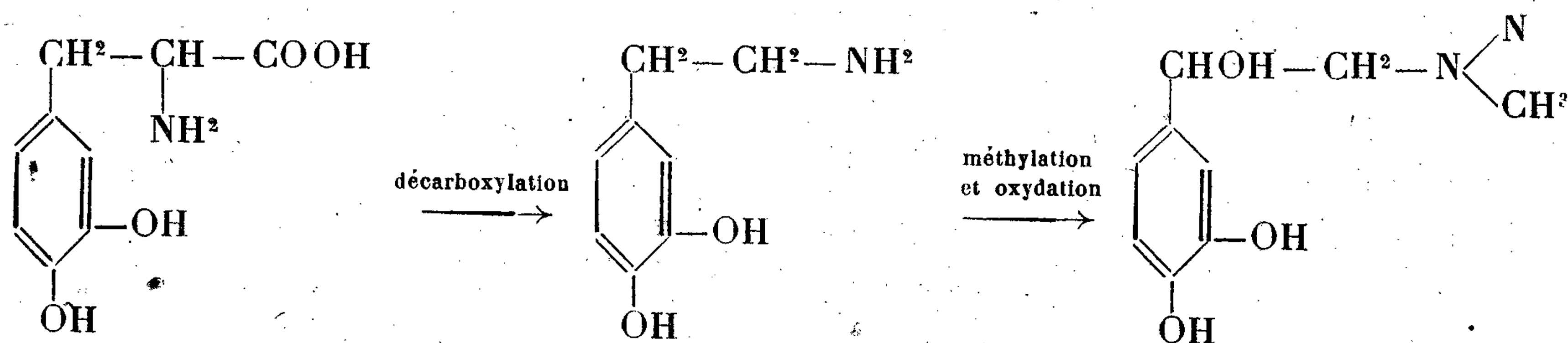
Depuis longtemps l'on a envisagé que l'adrénaline serait élaborée par l'organisme animal à partir de la tyrosine ou de la phénylalanine. La parenté des formules de ces corps et l'analogie avec le mode vraisemblable de formation d'autres alcaloïdes conduisaient déjà à une telle hypothèse de travail. C'est ainsi que Schuler, Bernhardt et Reindel (²) ont décarboxylé la tyrosine par des purées de reins, obtenant ainsi la tyramine, premier intermédiaire de cette transformation. Sur la tyramine,

(¹) Séance du 1er avril 1940.

(²) *Z. f. Phys. Chem.*, 243, 1936, p. 90.

Schuler et Wiedmann ([3]), faisant agir du tissu broyé de surrénales, ont obtenu une production d'adrénaline. Devine ([4]) a constaté cette même formation en partant de la phényléthylamine.

Bien avant de connaître le travail tout récent de Devine, j'avais entrepris l'étude des précurseurs possibles de l'adrénaline, mais en m'adressant à deux corps plus voisins chimiquement de cette hormone, possédant déjà deux oxydriles phénoliques, la 3.4-dioxyphénylalanine et la 3.4-dioxyphényléthylamine



La difficulté était de pouvoir, de façon sûre, identifier et même doser l'adrénaline au sein de ses mélanges avec la dioxyphénylalanine et la dioxyphényléthylamine. Sans doute ces corps n'ont-ils précisément pas été essayés faute de méthode analytique satisfaisante.

Aussi est-ce ce problème qui m'a d'abord préoccupée. En étudiant la réaction au bichlorure de mercure ([5]) et en me servant pour les mesures colorimétriques de l'électrophotomètre ([6]), j'ai remarqué que ces trois corps donnent bien une réaction colorée, mais qu'il est cependant possible de les distinguer. En effet, les réactions ne se développent pas avec la même intensité et les mêmes caractères cinétiques; de plus, les différences de coloration obtenues se traduisent à l'électrophotomètre par un rapport constant des absorptions mesurées avec les écrans vert et bleu de l'appareil, caractéristique de chaque corps.

En possession de cette méthode analytique, j'ai essayé de réaliser la décarboxylation biologique de la dioxyphénylalanine par deux voies. Je me suis d'abord adressée au *Bacterium coli* comme agent décarboxylant, en opérant suivant la technique de Sasaki ([7]) : milieu de culture à pH 5,5

([3]) *Z. f. Phys. Chem.*, 233, 1935, p. 235.
([4]) *Bioch. Journ.*, 34, 1940, p. 21.
([5]) O. Bailly, *J. Pharm. et Chim.*, 30, 1924, p. 404.
([6]) P. Meunier, *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 19, 1937, p. 113.
([7]) *Bioch. Z.*, 429, 1914, p. 59.

stérilisé à 120°, action du *B. coli* pendant 20 jours à 37°. J'ai pu ainsi, avec un rendement d'environ 50%, constater la formation de dioxyphényléthylamine. J'ai obtenu le même résultat en faisant agir au bain-marie à 37° pendant 3 heures sur une solution de dioxyphénylalanine des fragments de reins de cobayes récemment tués.

Encouragée par ces résultats, j'ai pensé obtenir une production d'adrénaline en mettant en contact, dans des conditions analogues aux précédentes, du tissu broyé de surrénales fraîches avec du chlorhydrate de dioxyphényléthylamine. J'ai fait agir séparément les parties médullaire et corticale. J'ai toujours obtenu une formation d'adrénaline avec la médullaire et jamais avec la corticale. De plus, contrairement à une observation de Schuler et Wiedmann (*loc. cit.*), je n'ai pas constaté de formation d'adrénaline en ajoutant de la tyramine. La dioxyphénylalanine n'a, de même, subi aucune transformation par macération en présence de tissu médullaire de surrénales; *in vitro*, tout au moins, la décarboxylation ne s'effectue pas sous l'action du même organe.

Conclusions. — Dans l'élaboration physiologique de l'adrénaline à partir de la dioxyphénylalanine, il y a lieu d'envisager deux phases :

1° une décarboxylation; 2° une méthylation avec oxydation de la chaîne latérale. Ces deux transformations ont été réalisées par voie biologique, la seconde devant s'effectuer aisément dans la partie médullaire des surrénales comme, *in vitro*, dans mes expériences. Une technique analytique nouvelle m'a permis de caractériser et doser l'adrénaline en présence de ses éventuels précurseurs dihydroxylés. Le schéma de la filiation envisagée acquiert désormais un caractère de grande probabilité.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 5 février 1940.)

Note de M. *Pierre Despujols*, Sur les réactions élastiques des terrains :

Page 208, formules (3), *au lieu de*

$$u = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x} - \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\frac{xy}{r^2}, \qquad v = \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\left(\log r - \frac{y^2}{r^2}\right),$$

lire

$$u = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tang}\frac{y}{x} - \frac{\lambda + \mu}{2\mu}\frac{xy}{r^2}, \qquad v = \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu}\log\frac{r}{r_0} - \frac{\lambda + \mu}{2\mu}\frac{y^2}{r^2}.$$

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE MARS 1940.

The Rothamsted Memoirs on Agricultural Science. Vol. XXII. 1937-1939. St-Albans, Gibbs et Bamforth, 1939; 1 vol. 26^{cm}.

Johan Carl Wilcke. Experimental-Fysiker, par C. W. OSEEN. Uppsala, Almquist et Wiksells Boktryckeri-A.-B., 1939; 1 vol. 26^{cm},5.

Connaissances des Temps ou des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1941, publié par le BUREAU DES LONGITUDES. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 25^{cm}.

Manuel de géographie. Syrie, Liban et Proche-Orient. Première partie. *La péninsule arabique,* par LOUIS DUBERTRET et J. WEULERSSE. Beyrouth, Imprimerie catholique, 1940; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. E. de Margerie).

Annales de l'Institut océanographique. Nouvelle série. Tome XX. Fascicule 2. *Observations océanographiques de surface dans l'Océan Atlantique et en Méditerranée,* par JULES ROUCH. Paris, Masson et Cie, 1940; 1 fasc. 28^{cm}.

Monographies de l'Institut Pasteur. Manuel de classification et de détermination des bactéries anaérobies, par ANDRÉ R. PRÉVOT. Paris, Masson et Cie, 1940; 1 vol. 25^{cm},5 (présenté par M. L. Martin).

La chimie mathématique. Volume V. Contributions à la théorie des électrolytes forts, par I. PRIGOGINE. Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 25^{cm}.

La faune de France, en tableaux synoptiques illustrés. Tome VII. *Hyménoptères,* par LUCIEN BERLAND. Paris, Librairie Delagrave, 1940; 1 vol. 21^{cm} (présenté par M. L. Bouvier).

Une grande famille de savants. *Les Brongniart,* par LOUIS DE LAUNAY. Paris, Librairie G. Rapilly et Fils, 1940; 1 vol. 24^{cm} (présenté par M. F. Grandjean).

Actualités scientifiques et industrielles, 742 et 743. Cytologie et cytophysiologie végétales. IV. *Introduction à l'étude de la cytologie,* par ALEXANDRE GUILLIERMOND. Deuxième et troisième parties. Paris, Hermann et Cie, 1938; 2 vol. 25^{cm}.

Les métaux légers et leurs alliages. Tome II. Première et deuxième parties, par LÉON GUILLET. Paris, Dunod, 1940; 2 vol. 25^{cm}.

25e *anniversaire de la Société de chimie biologique* (1914-1939). Plaquette éditée par RENÉ FABRE et RENÉ TRUHAUT. Paris, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. 24^{cm},5 (présenté par M. G. Bertrand).

Résultats des campagnes scientifiques du Prince de Monaco, Fascicule CII. *Sur des Amphipodes hypérides provenant des croisières du Prince Albert Ier de Monaco,* par JEAN M. PIRLOT. Imprimerie de Monaco, 1939; 1 vol. 36^{cm} (présenté par M. P. Portier).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Émile Borel** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie de la *Théorie mathématique du bridge à la portée de tous*, que j'ai publiée avec la collaboration de M. André Chéron, spécialiste bien connu du jeu de bridge. Il nous a semblé que cet Ouvrage avait sa place dans la *Collection de monographies sur les probabilités*. Certains des problèmes qui se posent à propos du jeu de bridge ont en effet une portée générale et leur étude peut contribuer aux progrès de la science des probabilités.

D'autre part, il est évident que les joueurs de bridge utilisent, plus ou moins consciemment, les évaluations approximatives qu'ils font de certaines probabilités. La connaissance précise de ces probabilités ne peut que les aider à perfectionner la technique du jeu. Peut-être certains d'entre eux seront-ils ainsi amenés à étudier d'une manière approfondie la science des probabilités, à laquelle on doit souhaiter que s'intéressent le plus grand nombre possible d'esprits cultivés.

M. **G. Perrier** fait hommage du Tome 10 des Travaux de l'Association de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale : *Rapport général sur les triangulations effectuées de* 1912 *à* 1932 *dans les pays adhérents à l'Union géodésique et géophysique internationale*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Pehr Wilhelm Wargentin, *Kungl. Vetenskapsakademiens Sekreterare och Astronom*, 1749-1783, av N. V. E. Nordenmark, avec un résumé français.

2° Nguyen-van-Liem. *La pisciculture en pays Thai.*

3° Institut des Recherches agronomiques et forestières de l'Indochine. *Quelques considérations sur la reproduction de l'*Ophiocephalus maculatus *au Tonkin*, par J. Lemasson et Nguyen-nhu-Nghi.

M. le **Colonel commandant l'École Polytechnique** adresse un Rapport relatif à l'emploi qui a été fait de la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1939.

ASTROPHYSIQUE. — *Sur le spectre continu des étoiles du type* Go. Note (1) de MM. **Daniel Chalonge** et **Georges Déjardin**, présentée par M. Charles Fabry.

I. Nous avons exposé (2) le principe et les conclusions préliminaires d'une étude spectrophotométrique du rayonnement de l'ensemble du disque solaire, dans l'intervalle 4540-3290 Å. La courbe d'énergie obtenue a été déduite de la mesure *directe* de l'intensité du *fond continu* qui se manifeste dans certains intervalles étroits et pauvres en raies d'absorption. D'après l'Atlas microphotométrique du spectre solaire, établi récemment par M. Minnaert (3), il doit exister de nombreuses *fenêtres* de cette nature, réparties dans tout le domaine spectral considéré. Malheureusement, la dispersion relativement faible de notre spectrographe (6 à 20 Å par milli-

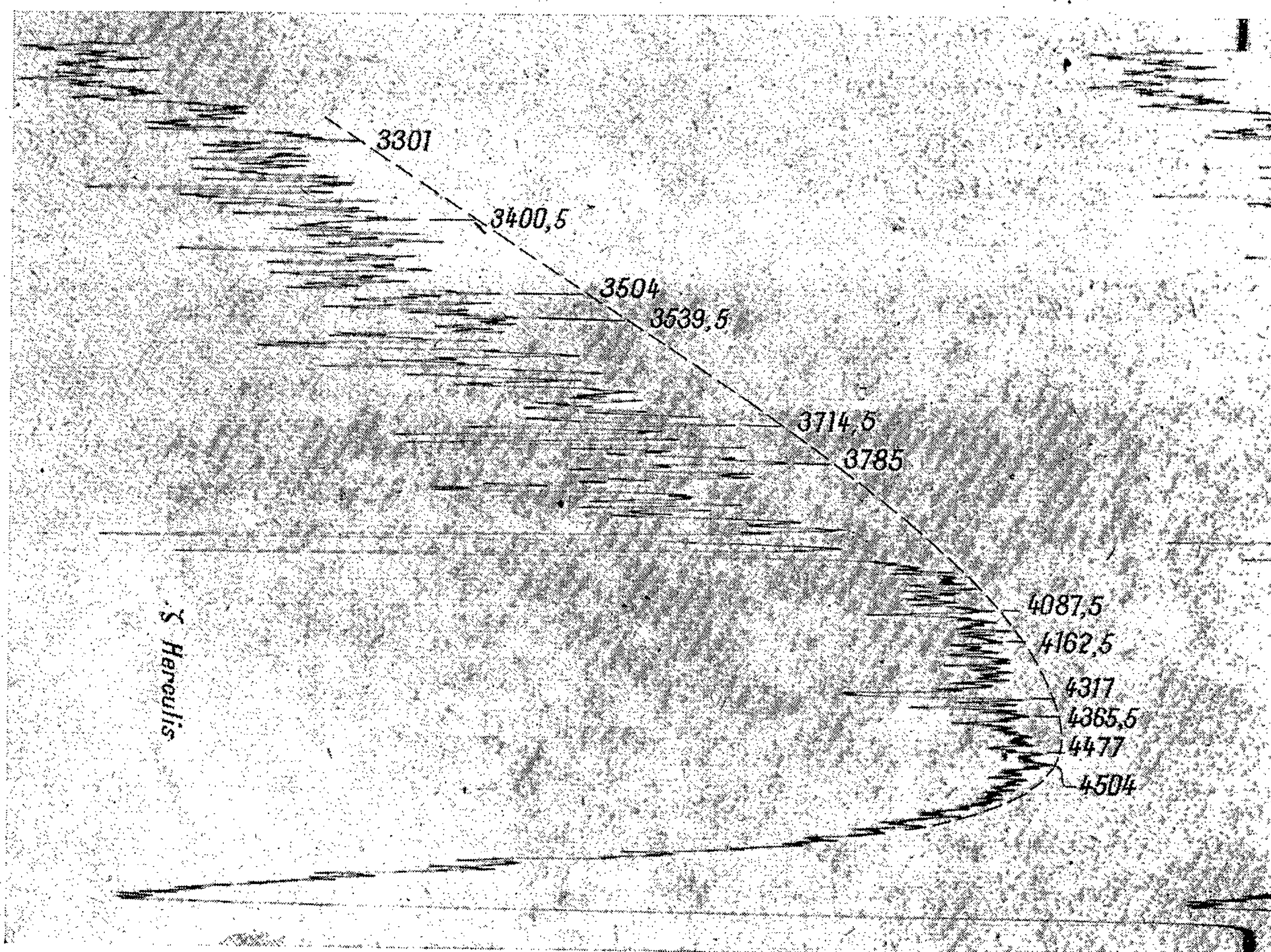
(1) Séance du 8 avril 1940.

(2) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 325.

(3) M. Minnaert a bien voulu nous communiquer les épreuves des planches de cet Atlas, qui doit être prochainement publié.

mètre, entre 3000 et 4500 Å) ne nous a permis d'utiliser que les plus larges d'entre elles, soit une dizaine dans la région visible et une seule dans l'ultraviolet (3301 Å). Après avoir comparé, pour chacune de ces *fenêtres*, l'intensité du rayonnement solaire à celle du corps noir à 7000° K., nous avons construit le diagramme qui représente, en fonction de $1/\lambda$, les variations du logarithme du rapport des deux intensités. Les points figuratifs se placent exactement sur une droite, ce qui conduit à attribuer au fond continu du rayonnement moyen du Soleil une température de couleur unique voisine de 6200° K.

II. Si l'on se place au même point de vue, l'étude du rayonnement des étoiles du type G0 est encore plus difficile, par suite de la dispersion



beaucoup plus faible des spectrographes employés. En particulier, on peut se demander si les températures de couleur déterminées par Barbier et Chalonge [4] correspondent réellement, pour les étoiles de ce type, au véritable fond continu.

(4) *Annales d'Astrophys.*, 3, 1940 (sous presse).

Afin d'élucider cette question, nous avons repris l'étude détaillée des enregistrements de divers spectres stellaires ayant servi aux mesures de Barbier et Chalonge. Ces spectres sont ceux des deux étoiles naines η *Boötis* et ζ *Herculis*, et de l'étoile géante α *Aurigæ*. Bien que la dispersion soit environ 5 fois plus faible que celle de nos clichés solaires, les meilleures *fenêtres* identifiées d'après ces derniers se retrouvent avec une grande netteté sur les enregistrements des spectres stellaires (voir la figure).

Nous avons donc comparé, pour les longueurs d'onde correspondantes, l'intensité du rayonnement des étoiles à celle de l'émission d'une lampe à hydrogène, utilisée comme source étalon. Comme dans le cas du Soleil, les résultats ont été ensuite rapportés au corps noir à 7000°K. Nous avons alors constaté que les points figuratifs de la région visible (logarithme du rapport des intensités, en fonction de $1/\lambda$) définissent une droite qui passe au *voisinage immédiat* du point correspondant à la *fenêtre* ultraviolette 3301 Å. La température de couleur unique du fond continu, déduite de la pente de cette droite, a pour valeur

	°K.	φ.
η *Boötis*, ζ *Herculis* (*d*Go)..........	5900	2,45
α *Aurigæ* (*g*Go)....................	4650	3,06

III. Pour les deux étoiles naines, la température ainsi obtenue diffère peu de celle qui caractérise le fond continu solaire. Il est donc très probable que, malgré sa faible dispersion, le spectrographe stellaire permet d'atteindre le véritable fond continu dans certaines régions, notamment pour les fenêtres 4504, 4087,5 et 3301 Å, qui apparaissent comme les plus parfaites. La température de couleur T_2, attribuée par Barbier et Chalonge (¹) à la partie ultraviolette des spectres continus des étoiles Go, est donc trop élevée. Cette température avait été en effet calculée en admettant que le fond continu se manifeste pour les longueurs d'onde 3785, 3714,5, 3539,5, 3504 et 3400,5 Å, ce qui n'a certainement pas lieu lorsqu'on utilise un spectrographe aussi peu dispersif.

En interprétant différemment les données relatives aux spectres stellaires, nous avons admis l'absence de toute discontinuité à la limite de la série de Balmer. Il en est très probablement ainsi dans le cas des naines du type Go. Si une telle discontinuité existait pour les géantes, elle serait certainement très faible et ne pourrait affecter notablement les résultats. En résumé, le spectre continu des étoiles Go peut être caractérisé, tout au moins approximativement, par une température de couleur unique voisine de 5900°K. (*d*Go) ou de 4650°K. (*g*Go).

ASTROPHYSIQUE. — *Sur les variations d'intensité des raies brillantes de l'hydrogène dans le spectre de* γ Cassiopeiæ. Note ([1]) de M. **Tcheng Mao-Lin**, présentée par M. Charles Fabry.

1. J'ai mesuré l'intensité des raies brillantes de l'hydrogène dans le spectre de γ *Cassiopeiæ*, sur 55 clichés obtenus à l'Observatoire de Lyon, du 14 août 1936 au 16 août 1939. Soient E_R l'éclairement produit par une raie, E_C l'éclairement produit par le fond continu sous-jacent; les mesures, faites par les procédés classiques de la photométrie photographique, font connaître le rapport $(E_R + E_C)/E_C$, que j'exprime en magnitude par

$$\Delta m = 2,5 \log\left(1 + \frac{E_R}{E_C}\right).$$

La valeur de Δm dépend évidemment de la dispersion, mais j'ai pu ramener à une même échelle les résultats obtenus avec plusieurs prismes-objectifs ([2]).

La figure ci-après montre les variations des moyennes mensuelles de Δm pour les raies H_β, H_γ, H_δ, H_ε et H_ζ, et permet de les comparer aux variations de l'éclat global de l'étoile, d'après les mesures photoélectriques de C. M. Huffer ([3]).

2. *D'une manière générale, les variations d'intensité des raies brillantes par rapport au fond continu sont inverses de celles de l'éclat de l'étoile.* L'intensité des raies croît quand l'éclat décroît; elle est maximum au voisinage des minima d'éclat, minimum au voisinage des maxima d'éclat.

Ainsi la forte diminution d'éclat de mai à novembre 1937 est accompagnée d'une augmentation d'intensité des raies H_β, H_γ et H_δ. Le premier maximum d'intensité de celles-ci coïncide sensiblement avec un minimum d'éclat (novembre 1937). Un second maximum d'intensité des raies s'est produit en mars 1938, à une époque où la courbe de Huffer présente une lacune (pas d'observation du 19 avril au 21 mai), mais il coïncide fort bien avec le minimum le plus profond de la courbe de lumière de Rigollet et Oriano ([4]), qui, dans l'ensemble, s'accorde avec celle de

([1]) Séance du 8 avril 1940.

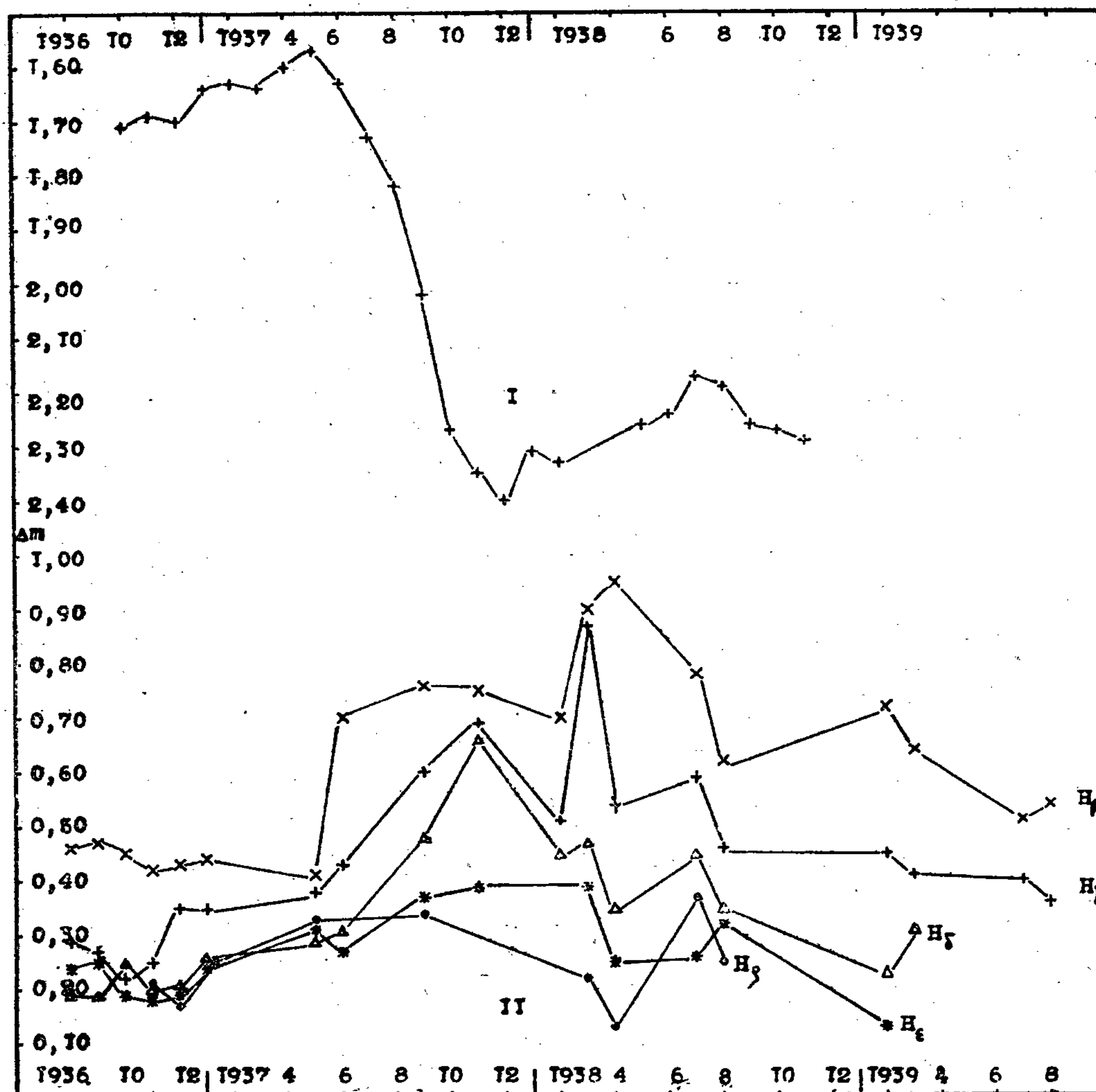
([2]) Les détails seront donnés dans une autre publication.

([3]) *Astrophysical Journal*, **89**, 1939, p. 139.

([4]) *Bulletin de la Société Astronomique de France*, 52, 1938, p. 419.

Huffer. Le minimum de H_β et H_γ de juillet 1938 coïncide avec un maximum secondaire de la courbe de lumière.

Comme la plus grande partie de l'éclat provient du spectre continu, la



Variation d'intensité des raies brillantes par rapport au fond continu et comparaison avec la courbe de lumière.
I, courbe de lumière photoélectrique de Huffer; II, moyennes mensuelles de Δm.

courbe de lumière représente sensiblement les variations de celui-ci. Les variations de E_C peuvent donc, dans une certaine mesure, expliquer les variations inverses de Δm. Toutefois, ces dernières sont souvent hors de proportion avec les changements d'éclat, de sorte qu'elles doivent résulter en grande partie de variations propres dans l'émission des raies.

Par rapport au fond continu, l'intensité relative des diverses raies de l'hydrogène s'est profondément modifiée de 1936 à 1939. Les raies H_β et H_γ sont encore en août 1939 un peu plus intenses qu'en 1936, tandis que les raies H_δ, et surtout H_ε, sont beaucoup plus faibles : sur les derniers clichés on ne distingue plus la composante brillante que sur les enregis-

trements microphotométriques, au milieu d'une large et profonde bande d'absorption.

3. Il est intéressant de rapprocher les résultats actuels du fait déjà connu que la température de couleur varie souvent, elle aussi, en sens inverse de l'éclat de l'étoile ([5]). La température de couleur a certainement augmenté, en même temps que l'intensité des raies, d'avril à novembre 1937.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur un type de particules élémentaires dont les fonctions d'onde satisfont à l'équation de Klein-Gordon.* Note de M. **Alexandre Proca**, présentée par M. Louis de Broglie.

1. L'équation de Dirac a été obtenue en imposant deux conditions : 1° linéarisation de $\Box\psi = \lambda^2\psi$ et 2° interaction avec le champ électromagnétique exprimée par le passage $\partial/\partial x_k$ à $\partial/\partial x_k + ieA_k/\hbar c$. Depuis, on a réussi à écrire les équations des particules de spin quelconque ([1]), dont les fonctions d'onde satisfont toutes à $\Box\psi = \lambda^2\psi$. Nous voudrions cependant attirer l'attention sur le fait que la condition de linéarisation 1° conduit également à d'*autres* équations que celles considérées jusqu'à présent; l'on peut donc se poser la question de savoir si ces équations ne sont pas susceptibles de représenter, elles aussi, des particules d'un type spécial, douées de propriétés essentiellement différentes des propriétés connues.

2. Comme exemple de particules de cette catégorie, nous choisirons la plus simple, qui, en l'absence de champ, est décrite par deux spineurs, l'un du 1er et l'autre du 3e rang, Φ_t et $B_{\dot{r}st}$, au moyen des équations

$$(1)\qquad \begin{cases} \partial^{\dot{r}s} B_{\dot{r}st} = \lambda\Phi_t, & \partial^{\dot{r}s} B_{\dot{r}\dot{u}s} = \lambda\Phi_{\dot{u}}, \\ \partial_{\dot{r}s}\Phi_t = \lambda B_{\dot{r}st}, & \partial_{\dot{r}s}\Phi_{\dot{u}} = \lambda B_{\dot{r}\dot{u}s} \end{cases}$$

ou encore des équations analogues, dans le cas particulier où $B_{\dot{r}st}$ est symétrique en s et t. La forme des équations montre immédiatement quelle en est la généralisation.

3. On peut écrire symboliquement ces équations sous la forme de Dirac $(e_i\partial/\partial x^i)\psi = \lambda\psi$. Les opérateurs e_i peuvent être représentés par des matrices réductibles $\left(\begin{array}{c|c}\gamma_i & 0 \\ \hline 0 & \gamma_i\end{array}\right)$, où γ_i sont les matrices qui permettent d'écrire,

---

([5]) A. Hunter and E. Martin, *The Observatory*, **62**, 1939, p. 236.

([1]) Dirac, *Proc. Roy. Soc.*, 155, 1936, p. 447; Fierz, *Helv. Phys. Acta*, **12**, 1939, n° 1, p. 1.

sous la forme de Dirac, l'équation de Klein-Gordon (telles qu'elles ont été données par Kemmer, par exemple).

4. Ces équations entraînent $\square\,\Phi_t = \lambda^2\Phi_t$, $\square\,B_{\dot{r}st} = \lambda^2 B_{\dot{r}st}$. Quatre expressions satisfont à des équations de continuité, à savoir :

Un tenseur du 2e rang

$$i(\Phi_{\dot{u}}B_{\dot{r}st} - \Phi_t B_{\dot{r}\dot{u}s}),$$

un tenseur du 3e rang

$$B_{\dot{r}\dot{u}s}B_{\dot{m}nt} + B_{\dot{m}\dot{u}n}B_{\dot{r}st} - \delta_{\dot{r}s,\,\dot{m}n}(\Phi_{\dot{u}}\Phi_t + B_{\dot{r}\dot{u}s}B_{\dot{r}st}),$$

deux vecteurs

$$\Phi^t B_{\dot{r}st} \pm \Phi^{\dot{u}} B_{\dot{r}\dot{u}s}.$$

5. Il n'y a aucune raison de supposer que, si ces équations représentent une particule libre, l'interaction avec un champ électromagnétique soit définie par la condition 2°; un article récent de Fierz et Pauli est très instructif à cet égard. Si nous le supposons toutefois, il faut remarquer que le tenseur du 2e rang, dont il est question au paragraphe 4, satisfera une équation de continuité, même en présence d'un champ.

6. Il est plus important de chercher quelle est la caractéristique générale des équations présentées et qui les différencie des équations étudiées jusqu'à présent. On y arrive en observant qu'elles peuvent être déduites d'un principe de variation, en prenant comme fonction de Lagrange l'une quelconque des composantes du vecteur d'univers

$$L = \Phi_{\dot{u}}\Phi_t + B_{\dot{r}\dot{u}s}B_{\dot{r}st}$$

avec les définitions $\lambda B_{\dot{r}st} = \partial_{\dot{r}st}\Phi_t$, $\lambda B_{\dot{r}\dot{u}s} = \partial_{\dot{r}s}\Phi_{\dot{u}}$.

Le point essentiel mis en évidence est le suivant : *schéma hamiltonien et variance relativiste sont indépendants*. Pour les particules connues, la fonction de Lagrange est un invariant; pour les équations ci-dessus, elle est la composante d'un vecteur d'univers. On peut encore dire que les nouvelles particules sont caractérisées en quelque sorte *par une* action *qui est vectorielle au lieu d'être scalaire*. Le problème reste cependant entier de savoir si ce schéma théorique est susceptible d'application aux particules physiques réelles.

PHYSIQUE. — *Mise en formule d'une loi expérimentale, par la méthode des valeurs moyennes : généralisation; raccord de deux formules; partage optimum de l'intervalle expérimental. La méthode des moindres carrés continue.* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

I. Nous avons décrit ([1]), pour le tracé d'une courbe expérimentale et sa mise en formule, une méthode comportant l'emploi d'une fonction à 5 paramètres, qui est efficace parce que *tendue* et contenant le nombre *minimum* de paramètres correspondant à ses propriétés. La caractéristique remarquable de cette fonction, de permettre, malgré sa complication, le calcul des paramètres par un système d'équations linéaires, peut *se généraliser*. Si l'on choisit en effet la loi théorique

$$M + d[(a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_n):(b_0 x^{n+1} + b_1 x^n + \ldots + b_n x + 1)]:dx,$$

on voit immédiatement, en prenant comme inconnues auxiliaires les u_i (i varie de o à n; a_{-1} est nul) définies par les conditions

$$M b_{i+1} + a_{i-1} - a_n b_i = u_i,$$

que les équations déterminant M, b_i, u_i (d'où se déduisent les a_i) sont *linéaires*.

Lorsque, vers certains points, les expériences sont *plus* abondantes, on remplace ces données multiples par une moyenne, à laquelle on *ne* fera *pas* jouer de rôle particulier : si l'incertitude est moindre, *là*, du fait de la multiplicité des mesures, le résultat expérimental correspondant n'en est pas moins quelconque; il faudra seulement se montrer, *là*, *plus* sévère sur l'accord exigé entre les données expérimentales et la courbe théorique.

II. Il peut arriver que, les *deux* moitiés de l'intervalle expérimental (o, 2) ayant été étudiées de façon distincte, on dispose, pour représenter la loi $f(x)$, de *deux* expressions, $f_1(x)$ entre o et 1, $f_2(x)$ entre 1 et 2, l'extrapolation de f_1 entre 1 et 2 étant légèrement différente de f_2, et réciproquement. On résoudra la difficulté, comme nous l'avons contrôlé, en combinant f_1 et f_2 dans l'expression

$$[f_1(x)e^{-\alpha x} + f_2(x-1)e^{-\alpha(2-x)}]:[e^{-\alpha x} + e^{-\alpha(2-x)}],$$

qui réalise, par les exponentielles, *l'amortissement* de la différence $(f_1 - f_2)$.

([1]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 329 et 475.

Toutefois, il ne faut donner au coefficient α que la valeur *juste* suffisante pour amener $(f_1 - f_2)$ au-dessous de la limite des erreurs expérimentales : une valeur trop élevée, que l'on croirait plus efficace, conduirait à des erreurs graves, car les variations d'allure de l'exponentielle introduite, *étrangère* à la question, seraient, cette fois, caractérisées et brutales.

III. Si le type de la loi théorique a été bien choisi, *il n'y a pas d'écart systématique* entre les courbes expérimentale et théorique, la courbe théorique, dans chaque région fondamentale, traversant plusieurs fois la suite des points expérimentaux. La seule question est alors de choisir les limites des régions de telle façon que l'*incertitude des valeurs expérimentales* entraîne le minimum d'incertitude sur les paramètres de la loi représentative. Nous avons vérifié, dans quelques cas, qu'en l'absence de particularités marquées de la courbe expérimentale, le choix des limites reste assez largement *arbitraire* pour qu'on puisse les prendre équidistantes.

Mais il peut être intéressant de *laisser subsister* un léger écart systématique entre l'expérience et la théorie, soit qu'on veuille simplifier, soit que l'imprécision des mesures laisserait trop d'incertitude aux paramètres supplémentaires dont la nécessité se ferait pourtant sentir. Dans ce cas un *nouveau* problème se pose : l'écart systématique dépend *essentiellement* du découpage de l'intervalle en régions, et la chose est aggravée par le fait que *les* données expérimentales relatives à une région ne sont introduites dans le calcul que par *une seule* valeur moyenne. Il devient nécessaire de fixer rationnellement le mode de découpage; mais, cela revenant à imposer des conditions aux paramètres de la loi théorique, la méthode de mise en formule devient *sans objet*, n'exprimant plus rien de précis. Nous posons alors, ce qui *n'est pas contraire* à la méthode, que le maximum des valeurs de chacun des écarts systématiques doit être *aussi petit que possible*; avec cette condition supplémentaire que les fonctions expérimentale et théorique ont *même* valeur moyenne dans *tout* l'intervalle, la fonction théorique est complètement déterminée. Nous avons précisé ces considérations en les appliquant, à titre d'exemple, à la représentation approchée, par une loi parabolique, de diverses expressions analytiques. On obtient des résultats curieux qui seront exposés ailleurs. Le découpage optimum, qui n'est plus défini par une condition de dérivées nulles, est tout différent du précédent; il est bien plus *strictement* déterminé.

IV. La substitution, aux valeurs expérimentales *isolées*, d'une ligne expérimentale *continue*, qui était l'une des idées maîtresses de notre méthode de mise en formule, peut être appliquée à la *méthode des*

moindres carrés. Les corrections δA, δB, ..., à apporter aux valeurs approximativement déterminées A_0, B_0, ..., des paramètres de la loi théorique $f(x, A, B, \ldots)$ destinée à représenter les valeurs expérimentales y_i, sont alors définies par des équations du type

$$\delta A \int_a^b (f'_A)^2\,dx + \delta B \int_a^b f'_A f'_B\,dx + \ldots = \int_a^b f'_A y\,dx - \int_a^b f'_A f\,dx.$$

Les valeurs moyennes de la *fonction* expérimentale yf' seront calculées empiriquement, comme nous l'avons dit (*loc. cit.*), ainsi que, la plupart du temps, pour des raisons de simplification, les intégrales analytiques.

Cette méthode fait tomber les objections essentielles que l'on faisait à la méthode des moindres carrés : même si l'on ne dispose que de *quelques* mesures, la loi expérimentale *continue* crée une *infinité* d'ordonnées, et les raisonnements sur les grands nombres sont applicables; d'autre part l'insertion dans une courbe continue réduit beaucoup l'*importance excessive* prise ordinairement par les grands écarts anormaux.

PHYSICOCHIMIE. — *Étude de la tension superficielle entre le mercure polarisé et une solution aqueuse d'acide sulfurique*. Note [1] de M. **François Bon**, présentée par M. Charles Fabry.

Gay et ses collaborateurs (*J. Chim. Phys.*, 29 à 34, 1932 à 1939) ont établi les résultats suivants : les courbes de variation de la tension superficielle, entre deux phases liquides, en fonction du logarithme de la concentration en corps dissous d'une des phases, la concentration de l'autre phase restant constante, présentent, en général, un palier initial (du côté des très faibles concentrations) suivi d'une ou de plusieurs parties rectilignes se raccordant selon des points anguleux.

Nous nous sommes proposé de voir si l'allure des courbes obtenues est la même que précédemment, dans le cas où, l'une des phases étant le mercure liquide, l'autre phase est une solution aqueuse d'un électrolyte.

Dans ce but nous avons abordé l'étude des variations de la tension superficielle mercure-solution aqueuse d'acide sulfurique avec la concentration de la solution, pour une même valeur de la différence de potentiel appliquée mercure anodique-solution-mercure cathodique.

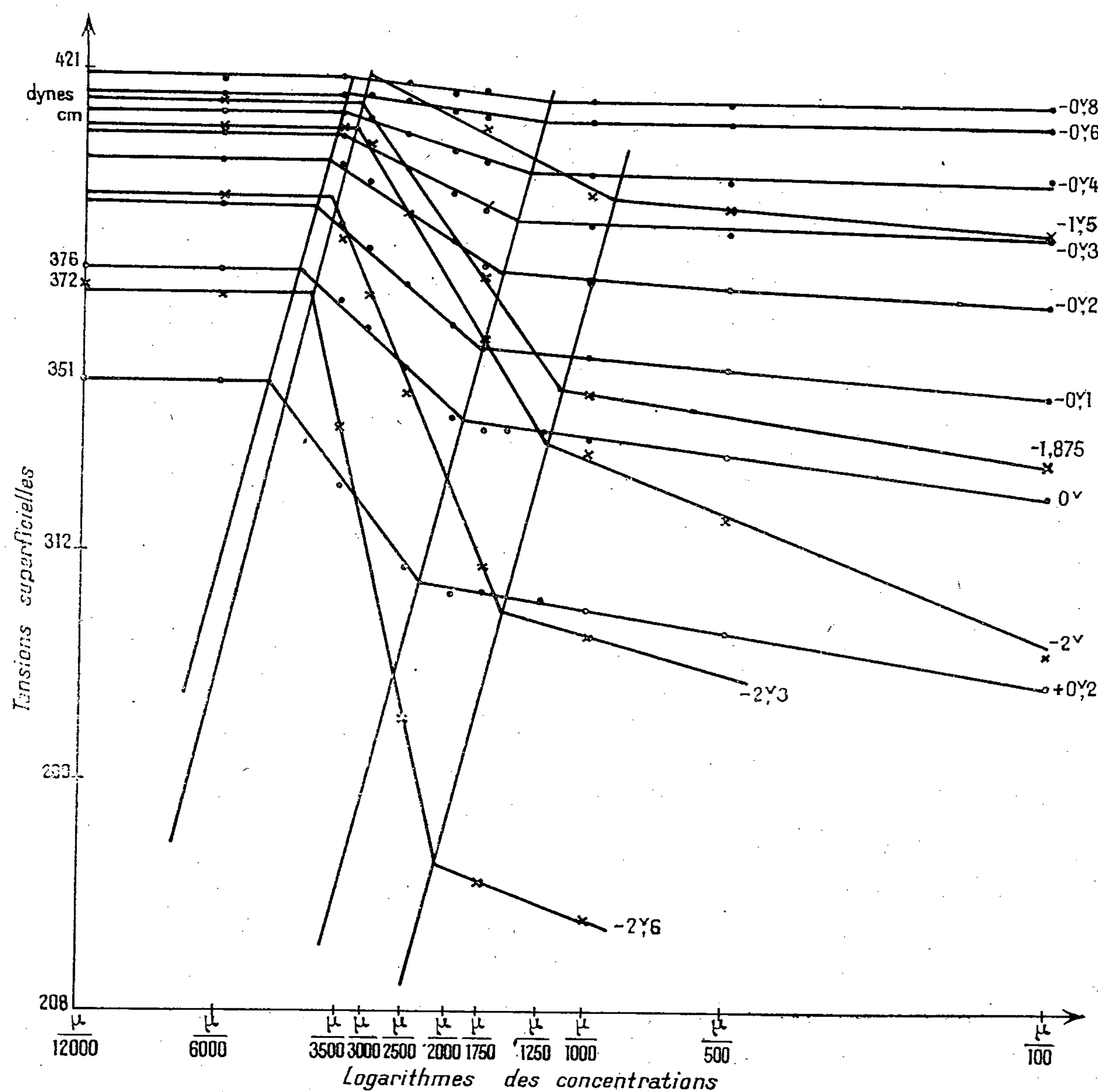
---

[1] Séance du 8 avril 1940.

Nous avons adopté la méthode des gouttes qui paraît plus sensible que celle de l'ascension capillaire.

Mesures. — Le capillaire de l'appareil est plongé dans la solution aqueuse étudiée qui surmonte une large couche de mercure. Entre cette dernière couche (dont la largeur empêche la polarisation) et le mercure de l'appareil (dont les gouttes se polarisent lorsqu'elles se forment), on établit une différence de potentiel déterminée.

Les résultats obtenus sont représentés par la figure ci-dessous qui donne le réseau des courbes d'isovoltage.



Nous y trouvons confirmation des résultats que nous avions pressentis.

Il est facile de tirer de ce graphique, par interpolation, les courbes classiques d'électrocapillarité qui donnent, pour une composition constante de la solution, la tension superficielle en fonction du voltage.

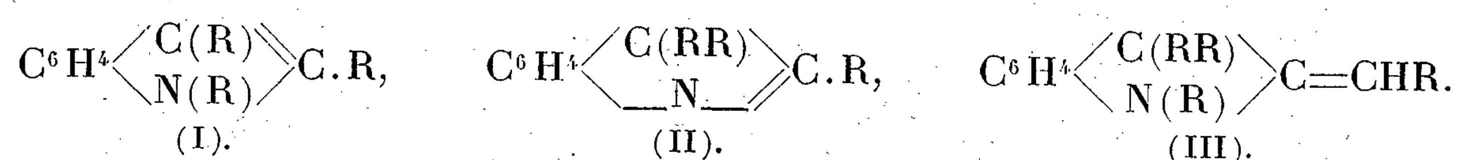
Nous pouvons déjà prévoir que, si la verticale correspondant à une concentration constante rencontre une courbe, lieu des points anguleux, la courbe d'électrocapillarité correspondante présentera elle aussi un point anguleux, ce qui n'avait pas été observé jusqu'ici.

D'autre part l'application de la formule de Gibbs montre que la concentration superficielle du corps dissous dans la couche de passage mercure polarisé-solution aqueuse d'acide sulfurique est indépendante de la concentration de la solution pour chacune des portions de droite considérée.

Par contre elle est fonction du voltage, l'inclinaison de ces portions de droites variant avec le voltage.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les spectres d'absorption dans l'ultraviolet moyen et sur certains modes de formation de quelques dérivés de l'indol et de l'indolénine.* Note ([1]) de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

En vue de confirmer par leurs spectres U. V. la structure des composés indoliques et indoléniques formés au cours de l'action des magnésiens sur les phénylhydrazones ([2]), j'ai entrepris une étude spectrale systématique des dérivés alcoylés de l'indol et de l'indolénine de la forme (I) (indolique), (II) (indolénique) et (III) (alcoylène-indolinique) (où R=H, alcoyle)



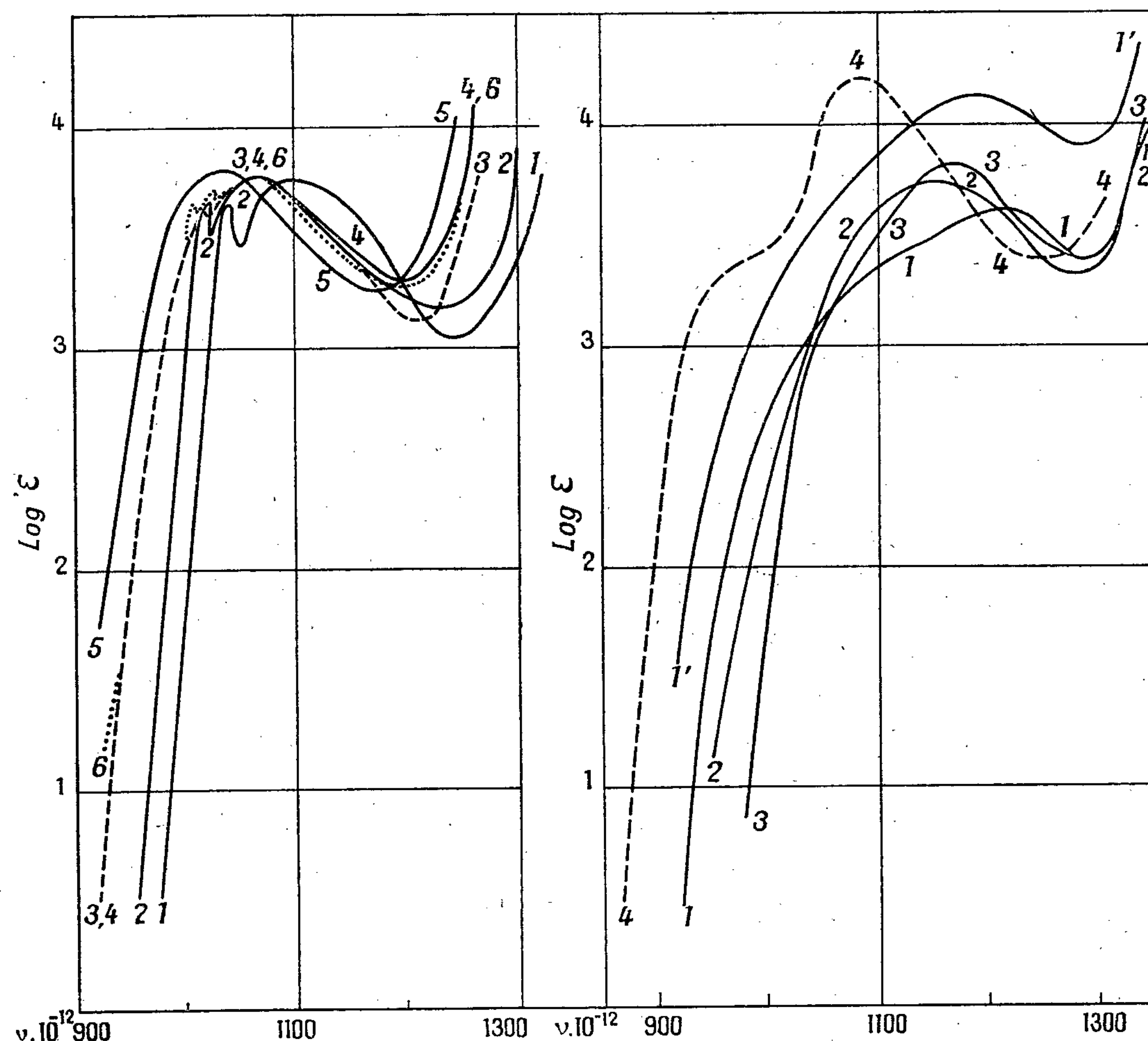
Comme on peut le constater en comparant les spectres d'absorption ([3]) des corps du type (I) [indol (*fig.* 1, courbe 1), N-éthyl-indol (*fig.* 1, courbe 2), 2.3-diméthyl-indol (*fig.* 1, courbe 3), 1.2.3.4-tétrahydrocarbazol (*fig.* 1, courbe 4), N-éthyl-1.2.3.4-tétrahydrocarbazol (*fig.* 1, courbe 5) et 1-méthyl-1.2.3.4-tétrahydrocarbazol (*fig.* 1, courbe 6)], toutes ces substances possèdent des spectres semblables (on n'observe qu'une légère

([1]) Séance du 1er avril 1940.

([2]) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 317.

([3]) Les courbes d'absorption figurant dans cette Note correspondent à l'absorption de ces substances en solution alcoolique, leurs spectres d'absorption en solution cyclohexanique ne présentant pas de différences sensibles avec les premières. Une étude détaillée des spectres d'absorption des substances des types (I), (II) et (III) ainsi que des dérivés analogues de l'aniline est en cours.

différence dans la position de leurs bandes). De même, les composés de la forme (II) ont, entre eux, des spectres analogues [3.3-diméthyl-indolénine (*fig.* 2, courbe 1), son trimère P.F. 224° (*fig.* 2, courbe 1'); 2.3.3-trimé-



thyl-indolénine (*fig.* 2, courbe 2); 11-méthyl-1.2.3.4-tétrahydrocarbazolénine (*fig.* 2, courbe 3)] et qui sont différents de ceux de la forme (III) [N-méthyl-3.3-diméthyl-2-méthylène-indoline [4] (*fig.* 2, courbe 4).

Remarques. — I. La première bande d'absorption des composés du type (II) est plus large et son maximum d'absorption se trouve situé plus près de l'ultraviolet (avec une faible diminution de l'intensité) que la bande correspondante des corps de la forme (I). On observe, d'ailleurs, des différences d'absorption analogues entre les dérivées de l'*o*-aminostyrolène, les N-alcoyl- et les N-alcoyl-N-alcoylène-anilines.

II. Il est curieux de noter la forte absorption présentée par la N-méthyl-3.3-diméthyl-2-méthylène-indoline, absorption difficilement explicable par la structure (III) généralement admise.

---

[4] La distillation de cette indoline en présence d'α-naphtol retarde l'apparition de la coloration rouge due à l'oxydation à l'air.

Sans donner les détails concernant la formation, à partir des phénylhydrazones, de tous les dérivés alcoylés de l'indol et l'indolénine (étudiés spectralement), je décrirai les résultats les plus intéressants.

La phénylhydrazone de la 2-méthyl-cyclohexanone sous l'action des organomagnésiens ([5]) ($C^6H^5.Mg.Br$, $CH^3.Mg.I$, etc.) ou de SO^4H^2 *dilué* (2N) *en milieu hydroalcoolique et à froid*, fournit, à côté d'autres produits, la 11-méthyl-1.2.3.4-tétrahydrocarbazolénine ($Éb_{12}$ 146°; P. F. 68°; son picrate P. F. 170°) et la 1-méthyl-1.2.3.4-tétrahydrocarbazol ($Éb_{12}$ 185°; P. F. 72°; son picrate P. F. 152°).

Par action de ces mêmes réactifs sur la méthylisopropylcétone-phénylhydrazone, on obtient principalement la 2.3.3-triméthyl-indolénine et le 2.3-diméthyl-indol.

Enfin l'isobutylidène-phénylhydrazine, traitée par Cl^2Zn ([6]) en milieu alcoolique ainsi que par les réactifs précédents, donne, à côté d'autres produits, le 3-méthyl-indol et la 3.3-diméthyl-indolénine ($Éb_{12}$ 95°; P.F. 40°).

Du fait que, pour tous les cas étudiés, les corps ayant la structure (I) ont des spectres nettement différents de ceux qui possèdent les formules (II) et (III), il devient possible de déterminer, par leur analyse spectrale, la structure des dérivés alcoylés de l'indol, de l'indolénine et de l'indoline formés à partir des phénylhydrazones.

LITHOLOGIE. — *Sur quelques granites des Vosges.*

Note de Mme E. Jérémine.

Les granites de la partie Sud-Est de la carte géologique d'Épinal sont représentés par deux variétés : granites à micas et granites à biotite et amphibole. Je ne m'occuperai que des granites à micas.

Ils ont une grande extension. Coupant le soubassement gneissique, ils se prolongent de Remiremont à l'au delà de Fraize. Leur limite Est est déterminée par le granite à amphibole de la Bresse et de la Grande Crête. Les granites à biotite et muscovite dominent, ceux à biotite seuls sont fréquents dans les environs de Gérardmer, ils se rencontrent aussi spora-

---

([5]) P. Grammaticakis, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 317.

([6]) Brunner, *Monatshefte für Chemie*, 17, 1896, p. 254.

diquement un peu partout. Enfin le granite à muscovite seul est une exception.

Ces granites sont à grain fin ou à grain moyen, il en est de porphyroïdes. Les minéraux essentiels sont un feldspath alcalin (le plus souvent microcline, l'albite), un plagioclase (de 12 à 20 % d'anorthite dans les granites à deux micas, atteignant 30 % dans ceux à biotite), la muscovite, la biotite. Les minéraux accessoires sont l'apatite, le zircon, rarement le sphène, parfois la cordiérite pinitisée, qui, dans certains gisements, est associée à l'andalousite.

Grâce à une active exploitation, plusieurs carrières montrent d'une façon suggestive des phénomènes de différenciation. Elle se produit par taches, par bandes de composition et de structure variées et conduit à des passages du granite à biotite au granite à 2 micas ou au granite à biotite et amphibole. Des aplites et des pegmatites à grosses lames de muscovite et à tourmaline traversent indifféremment tous les granites.

Plusieurs de ces granites provenant des gisements variés et souvent très éloignés les uns des autres ont été analysés. On pouvait se demander si certaines différences d'aspect et de structure correspondaient à des divergences suffisamment notables dans la composition chimique et minéralogique pour établir l'existence de plusieurs massifs granitiques indépendants, peut-être même résultant de mises en place successives. Mais l'analogie de composition chimique de ces granites est tellement nette qu'ils forment certainement un seul massif, où les granites à 2 micas prédominent et les granites à biotite constituent un faciès de variation, dû à la diminution de la teneur ou à l'absence de la muscovite. La somme des alcalis reste sensiblement la même dans les granites à 2 micas ou à biotite seule, porphyroïdes ou à grain fin, alcalins ou monzonitiques ou même granodiorites. La potasse prédomine sur la soude, le plagioclase calculé oscille autour de 12 % d'anorthite, atteignant exceptionnellement 20 ou 30 % ; le rapport d'orthose au plagioclase reste le plus souvent égal à 0,8-0,9, et ne dépasse pas 1,0.

Granites à 2 micas. — 1. Colline de Vologne, I.3(4).1.3; 2. Grande-Combe, I.3(4).1.3; 3. Noirgoutte : à cordiérite, I.'4.1'.3; 4. Pente SE de la colline de Vologne : à cordiérite, I.'4.1(2).3; 5. Route de Champdray à Liezay, I.'4.1(2).3; 6. E. de Blanfeing, I.'4.1(2).3; 7. 2^{km} S de Gérardmer, I.4.1(2).'3; 8. Près d'Épinal, I.(3)4.2 3; *porphyroïdes*; 9. Près de Tholy, I'.4.1(2).3; 10. Cuvette de Sechemer, I'.4.(1)(2).3; 11. Ruisseau de la Petite Goutte, I'.4.2.3.

Granites à biotite. — **12**. SW de Clefcy, I'.4.1(2).3; **13**. Chaumes, I'.4.2.'3; **14**. *granodiorite* : carrière de Pinchesté, (I) II.4.(2)3.3 (¹).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO^2.....	75,80	74,98	72,72	74,15	71,98	72,39	71,10
Al^2O^3....	12,75	14,47	14,80	13,79	15,00	14,92	13,95
Fe^2O^3....	0,84	0,34	0,61	0,69	0,63	0,79	0,74
FeO.....	0,38	1,02	0,80	0,89	1,07	0,69	1,08
MnO....	tr.	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	tr.
MgO....	0,10	0,12	0,40	0,18	0,30	0,30	1,12
CaO.....	0,50	0,32	0,91	0,75	0,98	0,88	1,18
Na^2O....	3,54	3,35	3,79	3,83	3,72	3,80	2,98
K^2O....	4,60	4,36	4,90	4,70	4,78	4,72	6,25
TiO^2....	0,07	0,14	0,18	0,14	0,23	0,15	0,40
P^2O^5....	0,21	tr.	0,25	0,06	0,21	0,24	0,30
H^2O^+....	1,06	0,89	0,71	0,53	0,80	0,92	0,62
H^2O^-....	0,09	0,14	0,05	0,09	0,05	0,09	0,08
	99,94	100,15	100,14	99,84	99,79	99,91	99,85 (²)

	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
SiO^2.....	73,80	70,04	70,10	68,71	70,28	68,16	63,66
Al^2O^3....	14,35	15,25	14,84	15,41	15,34	15,79	17,43
Fe^2O^3....	0,80	tr.	tr.	0,29	0,11	tr.	tr.
FeO.....	0,81	2,24	2,20	2,24	1,94	2,40	4,08
MnO....	0,04	0,07	0,05	0,06	0,04	0,03	0,10
MgO....	0,36	1,08	0,86	1,22	0,72	1,44	1,94
CaO.....	1,32	1,36	1,62	1,72	1,08	1,70	3,28
Na^2O....	3,19	3,40	3,41	3,26	2,90	3,01	3,09
K^2O.....	4,36	4,99	5,05	5,49	5,57	5,89	3,96
TiO^2....	0,19	0,66	0,62	0,62	0,54	0,64	0,79
P^2O^5....	0,04	0,28	0,23	0,20	0,31	0,15	0,25
H^2O^+....	0,84	0,78	0,50	0,64	0,93	0,83	1,29
H^2O^-....	0,23	0,06	0,24	0,12	0,20	0,14	0,04
	100,33	100,34 (³)	100,20 (⁴)	100,06 (⁵)	100,08 (⁶)	100,27 (⁷)	99,91

(¹) Les analyses 1, 3, 4, 5, 6 ont été faites par Mme Trombe; 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 par F. Raoult; 7 par S. Parker (in Friedlaender et Niggli, *Bull. Suisse Minér. et Pétr.*, 11, 1931, p. 373). — (²) BaO 0,05. — (³) F 0,13. — (⁴) CO^2 0,48. — (⁵) ZrO^2 0,08. — (⁶) ZrO^2 0,12. — (⁷) ZrO^2 0,09.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un golfe sur la Békaa Sud (Liban) au Lutétien*, Note (¹) de Mme **Rita Dubertret** et M. **Louis Dubertret**, présentée par M. Charles Jacob.

La Békaa, fossé encaissé de 1000 à 2000m entre le Liban et l'Anti-Liban, montre, au-dessus d'un Crétacé peu découvert, du Lutétien, puis des dépôts continentaux miocènes à actuels. Sa partie méridionale est en forme de brachysynclinal long de 60km; le Lutétien en suit les bords et, tout au Sud, se relève dans le Djebel ed Dahr.

Le Lutétien est transgressif sur le Sénonien. Sa base contraste peu, dans le paysage, avec la marne sous-jacente; mais elle apparaît grossièrement bréchique dans les ravins à l'amont de Zahlé ainsi que dans les petites carrières qui y sont ouvertes un peu partout. Cette brèche de base est surmontée d'abord d'un complexe de marnes et de fins bancs calcaires, puis, avec passage assez brusque, de calcaires francs, subrécifaux, souvent bréchiques.

Dès la brèche de base apparaissent *Nummulites globulus* Leym., *N. Guettardi* d'Arch., *N. Gallensis* A. Heim., *N. Lucasi* d'Arch., *N. subirregularis* de La H., enfin *N. irregularis* Desh., rare et petite. C'est la faune banale du Lutétien inférieur du versant oriental de l'Anti-Liban (²). Elle est peu caractéristique en elle-même, mais en l'absence des formes propres à l'Éocène inférieur de la région, *N. planulatus* Lmk. ou *N. Fraasi* de La H., nous l'attribuons au Lutétien inférieur.

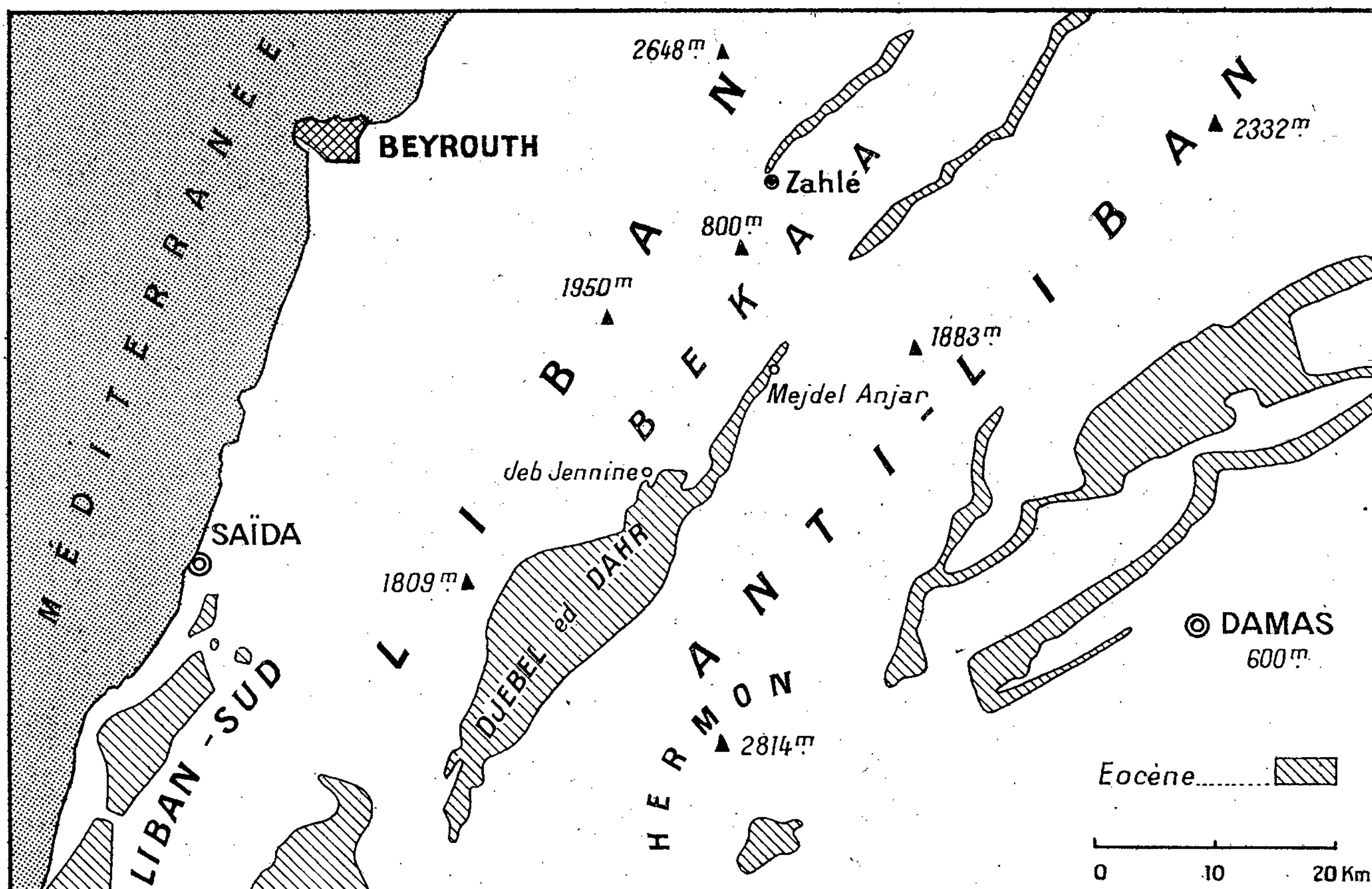
La faune reste clairsemée et ne change guère dans le complexe marneux de la partie inférieure de l'Éocène. *Au Djebel ed Dahr*, *N. subirregularis* y abonde par places; *N. irregularis* reste rare et petite. Avec l'apparition du faciès subrécifal, la plupart des espèces disparaissent, *N. subirregularis* devient rare, tandis qu'abonde une grande *N. irregularis* ($d = 10$ à 13^{mm}), associée à de grandes orthophragmines. Plus haut se mêlent à *N. irregularis* typique, à spire irrégulièrement lâche et à cloisons fortement, mais irrégulièrement couchées, des formes dont les derniers tours ont une spire serrée, des cloisons moins couchées et plus régulièrement disposées, l'enroulement se rapprochant de celui de *N. gizehensis* Forsk. Au fur et à mesure de la succession des bancs, l'enroulement type *gizehensis* gagne sur celui

(¹) Séance du 8 avril 1940.

(²) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1230.

type *irregularis*, et finalement s'établit, au sommet des calcaires, une *N. gizehensis* typique, quoique petite ($d=14$-20^{mm}). La puissance de l'Éocène est là de 900^m, celle du Sénonien de 250^m, contre 750^m un peu plus au Nord, à Jeb Jennine.

A Zahlé (à 30^{km} au Nord), la base de l'Éocène est semblable à celle du



Djebel ed Dahr, mais la faune y est rare et mal développée. Le calcaire, beaucoup moins épais, semi-cristallin et non fossilifère dans l'ensemble, se termine par une brèche à gros galets pétris de grandes *N. gizehensis* ($d=30$-70^{mm}) et de *N. curvispira* Menegh; par places, se trouvent quelques *N. Beaumonti* d'Arch et *N. discorbina* Schloth. Cette faune caractérise le Lutétien supérieur.

Conclusions. — Dans la Békaa, l'Éocène paraît être séparé du Sénonien par une lacune : la transgression est lutétienne. Elle amène une faune banale, dont, après peu, survit une seule espèce, qui pullule : les communications avec la haute mer étaient donc difficiles, d'où résulte que la Békaa était déjà encaissée entre le Liban et l'Anti-Liban, qui émergeaient. Le calcaire subrécifal doit, comme dans la Damascène (*op. cit.*), s'être formé à faible profondeur : son énorme épaisseur dans le Djebel ed Dahr

(600-700^{m}) implique une subsidence progressive. Enfin, sa brêche terminale à *N. gizehensis* marque l'émersion; l'absence des termes plus élevés du Nummulitique résulte donc d'une lacune et non de l'érosion.

Le golfe de la Békaa débouchait sur la région du Lac Houlé, et par là communiquait avec le Liban Sud et la bordure orientale de l'Anti-Liban. Au sud de l'Hermon on retrouve une série stratigraphiquement assez semblable à celle du Djebel ed Dahr : tout le pourtour du massif semble avoir suivi, au Nummulitique, une même évolution.

Du point de vue paléontologique, le passage de *N. irregularis* à *N. gizehensis* nous apparaît par d'innombrables individus et une suite continue d'intermédiaires, grâce aux conditions de milieu particulières du bras de mer de la Békaa. L. Doncieux et J. Cuvillier avaient signalé déjà un intermédiaire provenant du Sud du désert Arabique d'Égypte [3].

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action, sur la caryocinèse et la cytodiérèse des végétaux, des isomères de l'apiol de Persil.* Note de M. **Pierre Gavaudan** et Mme **Noélie Gavaudan**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons montré par nos précédentes recherches [1] que l'apiol de Persil exerçait dans les méristèmes radiculaires de *Triticum vulgare*, *Hordeum distichum erectum* et *Cucurbita pepo* une action perturbatrice sur la caryocinèse et la cytodiérèse. Le ralentissement de croissance longitudinale de la racine est accompagné par une tuméfaction sus-méristématique. Les effets exercés par l'apiol rappellent, à l'intensité près, ceux que l'on obtient au moyen de la colchicine ou de l'acénaphtène. Cependant, d'une part, on n'observe pas un degré de polyploïdie aussi élevé ni une inhibition totale de la formation des cloisons cellulaires et, d'autre part, le ralentissement exercé sur la croissance longitudinale de la racine est bien moins accusé. Il n'est pas question de proposer l'apiol comme substance pouvant être pratiquement utilisée pour induire la polyploïdie ainsi que le permettent avec tant de succès la colchicine et l'acénaphtène. Mais l'étude des propriétés de l'apiol est intéressante comme faisant partie de l'ensemble des recherches actuellement consacrées à l'étude des variations des propriétés mito-inhibitrices des dérivés d'hydrocarbures cycliques en

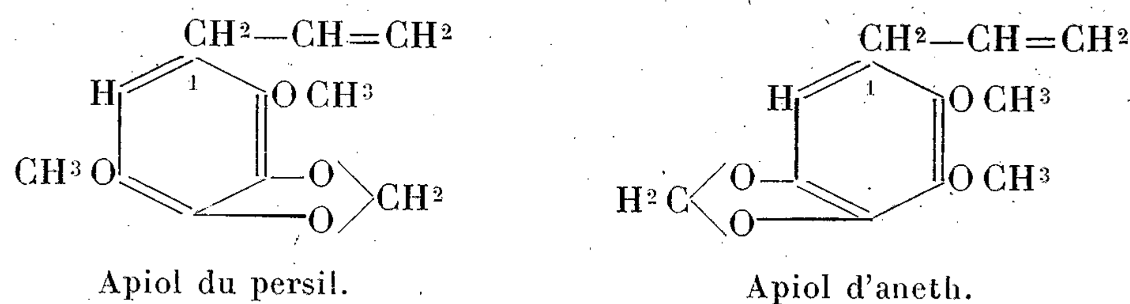
---

(3) *Comptes rendus,* 200, 1935, p. 1873.

(1) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 805.

fonction de leur structure moléculaire et de leurs propriétés physiques. Avant d'essayer de déterminer le rôle des diverses fonctions dans la molécule d'apiol et de modifier cette dernière par des remplacements, additions ou suppressions de fonctions, nous avons pensé qu'il pourrait être utile d'étudier l'activité de quelques isomères connus.

L'apiol d'Aneth ou dillapiol est isomère de l'apiol de persil; c'est le diméthoxy-2.3-méthylène dioxy-4.5-allyl-1-benzène. Les deux apiols diffèrent par les positions des fonctions méthoxy et oxyméthylénique :



Apiol du persil. Apiol d'aneth.

L'apiol d'Aneth se rencontre dans l'essence d'Aneth des Indes Orientales (*Anethum Sowa*), dans l'essence d'Aneth d'Espagne et aussi, comme l'a montré M. Delépine ([2]), dans l'essence de Criste-marine (*Crithmum maritimum*).

C'est un échantillon d'apiol de Criste-marine, identique à l'apiol d'Aneth et confié par M. Delépine, que nous avons fait agir sur les jeunes germinations de *Triticum vulgare*. Cet apiol liquide possède un point d'ébullition identique à celui de l'apiol de Persil (294°-295°). L'apiol de Criste-marine liquide imprégnait dans nos essais une rondelle de papier-filtre fixée à la surface interne des boîtes de Petri contenant les germinations. Nous avons comparé les effets produits par cet apiol à ceux de l'apiol de Persil solide étendu par évaporation d'une solution éthérée et recouvrant la surface interne des boîtes de Petri. Dans ces conditions comparables l'apiol de Criste-marine se montre nettement plus toxique. Le pourcentage de germination est moins élevé qu'avec l'apiol de Persil, le développement plus lent. Mais les modifications produites avec les deux apiols sont comparables : ralentissement de croissance, légère tuméfaction de la racine, anomalies de la caryocinèse et de la cytodiérèse. Nous avons aussi essayé l'iso-apiol de Criste-marine ou isomère propénylique. C'est une substance très pure, cristallisée en prismes presque incolores, de P. F. 44°; moins toxique que l'apiol correspondant, ses effets rappellent beaucoup ceux de l'apiol de Persil (caryocinèses anormales, cellules monstrueuses au point de vue

([2]) M. Delépine, *Bull. soc. chim. Fr.*, 4e série, 5, 1909, p. 925-951.

nucléaire). Enfin nous avons fait agir un dibromure bromé de l'apiol de Criste-marine : $C^9H^8BrO^4.CH^2.CHBr.CH^2Br$ (P. F. 110°). Cette molécule, très chargée en halogène, est inactive, ainsi qu'il fallait s'y attendre.

D'une façon générale, à part une certaine différence de toxicité relevée entre l'apiol de Persil et l'apiol de Criste-marine, l'action des trois apiols isomères offre beaucoup d'analogies. On observe une grande variété dans l'aspect des caryocinèses altérées à des degrés très différents : stathmocinèses à chromosomes plus ou moins séparés, anaphases désorientées à ponts chromosomiques, télophases à ponts chromosomiques; ces télophases avortées donnent des noyaux annulaires ou reliés par un pont, des noyaux en forme de croissant à branches très fermées. Les noyaux doubles constitués de la sorte peuvent entrer en cinèse plus ou moins irrégulière ou en stahmocinèse. On observe souvent des complexes cinétiques ou la présence de plusieurs cinèses dans la même cellule. La formation des cloisons cellulaires, toujours très retardée, s'effectue anormalement. La cloison en formation tardive passe presque toujours par le noyau de restitution au niveau de l'échancrure ou des échancrures. Il est à supposer que l'échancrure représente une région soumise normalement au contrôle de l'appareil fusorial télophasique. Cette membrane cellulaire est de forme et d'orientation irrégulières. L'orientation paraît être grossièrement commandée par la direction du plan de l'échancrure nucléaire perpendiculaire à l'axe mitotique. Cet axe mitotique est en général modifié par rapport à celui de la caryocinèse normale. Cette rotation d'un certain angle de l'axe mitotique s'observe d'ailleurs sous l'influence des hydrocarbures et de leurs dérivés à action caryocinétotrope; on peut l'attribuer à une prolongation anormale de la durée des phénomènes cinétiques. L'activité des méristèmes terminaux des racines est à la longue suspendue par les apiols, mais on voit pousser des radicelles plus ou moins tuméfiées au-dessus de la zone de tuméfaction.

Notons que des substances à action caryocinétotrope du type de l'apiol doivent être assez répandues chez les végétaux. En effet on trouve les apiols non seulement dans divers genres d'Ombellifères, mais aussi chez les Pipéracées, puisqu'on a signalé la présence du dillapiol dans l'essence de Matico (*Piper angustifolium*). S'il existe quelque rapport (les différences étant supposées d'ordre quantitatif) entre l'action des apiols et de la colchicine, les propriétés de cette dernière substance ne feraient pas exception dans le règne végétal ni du point de vue de la systématique, ni du point de vue de la chimie.

CYTOPHYSIOLOGIE. — *Sur quelques modifications des réactions physicochimiques de la cellule végétale, provoquées par les substances mito-inhibitrices.* Note de M. **Marcel Guinochet**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Plusieurs chercheurs ont entrepris de relier le pouvoir mito-inhibiteur de la colchicine à sa formule de constitution [1]. Ces recherches ont eu pour résultat de faire connaître de nouveaux corps provoquant des phénomènes semblables, mais n'offrant apparemment aucune parenté chimique avec la colchicine, si ce n'est par la présence du noyau aromatique. Il est alors logique de se demander si ces produits, en pénétrant dans la cellule, ne sont pas immédiatement transformés en corps pouvant, eux, posséder une ou plusieurs fonctions chimiques communes. A ce propos je signalerai, en passant, et sans en tirer de conclusion définitive, qu'il ne m'a pas été possible de mettre la colchicine en évidence, à l'aide de ses réactifs microchimiques classiques [2], dans les cellules méristématiques des jeunes racines de Blé développées sur une solution à 2 °/₀₀ de cette substance.

Mais que l'on admette ou non la transformation de ces corps à l'intérieur de la cellule, il est naturel de supposer qu'il doit y avoir, en définitive, perturbation des réactions physicochimiques de celle-ci. On est autorisé, en particulier, à se demander ce que devient la valeur du pH interne des cellules colchicinées, étant donné qu'il est possible, en influant sur celui-ci, « de changer la viscosité cytoplasmique dans un sens favorable ou défavorable à la division » [3]. Or il est notablement, toutes choses égales d'ailleurs, diminué dans les cellules ayant subi l'influence de la colchicine, ainsi que l'attestent les chiffres suivants :

pH du suc vacuolaire	témoin	4,8-5,0
	plantules traitées à la colchicine	4,4-4,6

Ces observations ont été effectuées sur les méristèmes de jeunes racines,

---

(1) Pour la bibliographie relative à ces questions, voir M. Simonet et M. Guinochet, *C. R. Soc. Biol.*, **130**, 1939, p. 1057; **131**, p. 222 et *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1427 et 1667.

(2) A. Goris, *Localisation et rôle des alcaloïdes et des glucosides chez les végétaux*, Paris, 1914, 448 pages, 30 planches H. T.

(3) A. Guilliermond, G. Mangenot et L. Plantefol, *Traité de Cytologie végétale*, Paris, 1933, 1195 pages, 464 fig., p. 688.

âgées de 4 jours, de *Triticum vulgare* L. [4], à l'aide de la méthode par écrasement de Vlès. Elle est, évidemment, sujette à critiques, mais aucune n'est parfaite. D'ailleurs, il m'a semblé que le point le plus important était d'obtenir, non pas des données absolues, mais comparables. J'ai donc pris soin d'observer toujours, côte à côte, des pointes de racines normales et traitées, et cherché à déterminer la différence de pH. De tous les indicateurs essayés, le rouge de méthyle seul, parmi ceux ayant leur zone de virage dans les limites voulues, m'a donné des résultats satisfaisants.

On trouve des valeurs à peu près semblables, oscillant entre 4,4 et 4,8, pour les cellules des plantules développées en présence de phényluréthane, d'acénaphtène, d'α-monochloronaphtalène et d'α-monobromonaphtalène. Quant au pH du cytoplasme, tout en étant un peu plus élevé, ce qui concorde avec les données classiques, il présente des différences du même ordre, 5,2 chez les individus colchicinés, contre 5,4 chez le témoin.

Par ailleurs, la pression osmotique, mesurée à l'aide d'une solution de saccharose, s'est révélée plus élevée chez les cellules traitées à la colchicine (11,1 atm.) que chez les témoins (7,1 atm.) [5].

Ces observations montrent que :

1° Il y a réellement perturbation des réactions physicochimiques de la cellule sous l'influence de la colchicine.

2° Qu'elles sont modifiées de la même façon lorsqu'on fait agir les autres substances mito-inhibitrices connues et que l'on peut, par conséquent, bien parler d'une *convergence d'action physicochimique*.

3° Qu'il y a, sous l'influence de ces substances, accumulation d'acides organiques dans la vacuole. Mais, sur ce dernier point, la question reste posée de savoir si ces substances sont elles-mêmes transformées en acides ou agissent à la manière de catalyseurs sur le métabolisme cellulaire. Toutefois le résultat final reste le même : modification des réactions physicochimiques de la cellule, entraînant des perturbations dans la physiologie du noyau. Et cette constatation, tout en apportant, semble-t-il, un argument de plus en faveur des théories actuellement admises relativement aux conditions physicochimiques nécessaires à l'accomplissement des divisions cellulaires, pose des problèmes dont la solution pourrait apporter quelque lumière sur le déterminisme des mutations polyploïdes.

---

(4) Variété *Gentile Rooso* de la Maison Vilmorin.

(5) Observations effectuées sur le Blé, dans les mêmes conditions que les mesures de pH.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *Relations existant entre la taille des grains de la farine, la ténacité et l'extensibilité de la pâte.* Note de M. **Kuo-Chun Chin**, présentée par M. Louis Blaringhem.

A l'aide de l'extensimètre Chopin à modèle réduit, j'ai pu effectuer des essais relatifs aux qualités plastiques des pâtes, utilisant à cet effet des blés récoltés en 1939 à la Station Berthelot à Bellevue (S.-et-O.). La taille des particules composant la farine joue un rôle capital pour la panification et aussi, d'après Brabender (1930), pour le travail de la pâte; aussi j'ai utilisé deux tamis pour l'étude de la même farine du blé *Hybride de la paix*.

	Tamis de soie, n° 100 (utilisé pour farines du commerce).	Tamis métallique, n° 55 (utilisé dans l'épreuve Chopin modèle réduit).
P	28^{mm}	37^{mm}
G	11	8
W	91,8	92

1° Le facteur P, soit la ténacité de la pâte à l'état initial qui prend des valeurs très différentes (28^{mm} dans la pâte à grains fins et 37^{mm} dans la pâte à grains grossiers), est très important au point de vue de la panification, car la quantité d'eau ajoutée à la farine au cours de cette panification est directement proportionnelle à la valeur de P.

2° Le facteur G, ou indice de gonflement, correspond au volume d'air Vr qu'a entraîné la rupture de la masse d'épreuve et passe de 11 à 8. Or l'extension en volume de la pâte, au cours de la panification, est sensiblement proportionnelle à la racine carrée du coefficient d'extension (extensibilité) de la pâte mesuré par le volume d'air Vr ayant déterminé la rupture de la masse.

Remarquons que le facteur W correspondant au travail de déformation de la pâte, mesuré par la surface des deux diagrammes, est pratiquement identique dans les deux cas.

En résumé, les deux diagrammes présentent des formes très différentes et montrent que l'extensibilité de la pâte varie en sens inverse de sa ténacité; le travail de déformation est le même. Les différences dans les propriétés mécaniques des pâtes correspondantes doivent être attribuées aux dimensions différentes des particules qui les constituent.

Ces observations confirment celles de Jacques et Roger de Vilmorin et

Marcel Chopin [1] sur le même sujet. Nous pouvons donner une interprétation du phénomène observé. D'après Swanson et Working (1933) une pâte serait caractérisée par trois groupes de facteurs : *a*. les protéines et le gluten; *b*. les autres substances de la farine, amidon, matières grasses, hydrocarbones, substances minérales etc., les enzymes; *c*. les substances étrangères ajoutées, eau, levure, sel etc. Pour apprécier la qualité d'un blé, les auteurs cités attribuent une importance prépondérante aux facteurs du groupe *a*, ceux du groupe *b* pouvant être largement corrigés par les facteurs du groupe *c*; il convient de préciser les relations réciproques de ces différents facteurs et, tout d'abord, d'étudier les amidons et les matières azotées au point de vue de l'anatomie microscopique.

En général, un grain de blé se compose du tégument de l'ovaire, de l'assise protéique et des amidons de l'albumen. L'assise protéique contient de très nombreux petits grains d'aleurone sphériques de 3 à 4^{μ}, très riches en matière azotée; les cellules amylacées contiennent en outre le gluten, substance azotée, molle, élastique, d'un gris jaune, où sont condensés de très nombreux grains d'amidon de forme lenticulaire; la taille de ces derniers augmente progressivement de la périphérie vers le centre et ont de 6 à 12^{μ} dans les assises externes amylogènes, de 25 à 40^{μ} au centre.

Après le blutage, nous avons examiné séparément au microscope les farines fournies par le tamis métallique n° 55 et par le tamis de soie n° 100. Les particules ayant traversé le tamis métallique n° 55 présentent des grosseurs différentes variant de quelques μ à 350^{μ} (soit $0^{mm},3$). Une partie du son (tégument et assise protéique) passe donc dans la farine; les particules de son sont jaune rougeâtre, de grandes dimensions (environ 350^{μ}). En outre on trouve dans la farine de très petites granulations sphériques de 3 à 4^{μ}, des grains d'amidon de 6 à 40^{μ} et des amas de grains d'amidon où le gluten est intimement lié à l'amidon et forme avec ce dernier une sorte de béton microscopique.

Dans la farine obtenue avec le tamis de soie, comme dans la farine du commerce, on ne trouve pas de son et rarement des grains d'amidon en agrégats. La taille des grains d'amidon est beaucoup plus régulière; la plupart ont un diamètre de 15 à 20^{μ}, quelques-uns seulement atteignant 25 à 40^{μ}. Le gluten et l'amidon sont donc en général séparés. En outre, dans la farine fine la dimension des particules varie de 1 à 10, tandis que dans la farine plus grossière ces dimensions peuvent varier de 1 à 100.

(1) Extrait du *Journal d'Agriculture pratique*, n° 8, 15 et 22 juin 1929, p. 6.

La pâte obtenue avec la farine fournie par le tamis métallique se comporte comme un béton; elle a une rigidité très forte, car elle possède de grosses particules inertes (téguments du blé, masses d'amidon) qui échappent à la mouture et au blutage. L'association des particules y est très forte; c'est pourquoi la valeur P (ténacité) est plus grande quand on utilise le tamis métallique que lorsqu'on utilise le tamis de soie. De plus, les grosses masses formées par les téguments du blé et les amas d'amidon ne peuvent être transformées en une mince membrane lorsque l'air gonfle la pâte au cours de l'essai, l'eau ne pouvant, en un temps très limité, pénétrer complètement ces masses. La portion de l'amidon formée de petites granulations absorbe trop d'eau et sa consistance (viscosité) devient très faible. D'autre part, la farine n'étant pas homogène, tous les facteurs susceptibles d'intervenir dans la qualité plastique des pâtes ne sont pas suffisamment sollicités et fonctionnent mal. C'est pourquoi la pâte se rompt vite et l'indice de gonflement (G) est très faible.

Au contraire, dans la pâte fournie par la farine du tamis de soie, les grains d'amidon étant homogènes et très petits, l'eau est en contact direct avec tous les éléments de la farine. Les facteurs susceptibles d'intervenir dans la qualité plastique de la pâte sont également sollicités et fonctionnent d'une manière homogène; c'est pourquoi la pâte possède une grande souplesse et une faible ténacité (P); sa consistance (viscosité) est normale; elle peut être transformée en une très mince membrane qui se rompt lentement au cours de l'essai. L'indice de gonflement (G) est donc plus élevé avec la pâte provenant de la farine du tamis de soie qu'avec la pâte de la farine du tamis métallique.

BIOMÉTRIE. — *Sur une formule permettant l'estimation exacte et la comparaison des indices biométriques, chez des hybrides interspécifiques de Gryllides et chez des Criquets de phases différentes.* Note de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

Parmi les caractères taxonomiques, l'indice biométrique est un des plus importants. Il permet, chez les Gryllides, de séparer des espèces voisines et leurs hybrides, de définir des races dans une espèce et même de caractériser des génotypes voisins. En ce qui concerne les séparations spécifiques, des calculs préliminaires, établis sur les deux formes *Locusta danica* et *L. migratorioïdes*, ont montré que, chez les Criquets, dont l'étude morpho-

logique demeure si confuse, des indices biométriques, judicieusement choisis, peuvent avoir une grande signification taxonomique, pour la précision de la notion de *phases*. Mais il est nécessaire d'employer la méthode la plus précise pour l'étude de la variabilité de ces indices biométriques, en raison des faibles différences métriques dans le matériel à comparer, en raison également des phénomènes biologiques (allométrie de croissance et de taille) qui conditionnent la réalisation définitive des formes adultes. En effet, la séparation de deux phases ou de deux races ne peut se faire biométriquement que si l'étendue de la variation fluctuante de l'une n'empiète pas sur l'étendue de l'autre.

Dans une série de publications précédentes, j'ai montré (1) que le calcul de la variabilité d'un indice biométrique, par la méthode habituelle, c'est-à-dire autour de la valeur moyenne de l'indice, était tout à fait erroné pour les indices à allométrie prononcée. Dans ce cas, se trouvent exclues toutes les possibilités de comparaisons des indices biométriques des différentes races. C'est cependant cette méthode qui est généralement adoptée pour l'étude comparative des diverses phases des Sauterelles.

Pour éliminer l'influence de la dysharmonie de taille, j'ai proposé une méthode graphique, qui permet l'évaluation des écarts des points représentatifs des mesures individuelles, suivant leurs distances aux droites figuratives. On obtient ainsi des écarts vrais de la fluctuation individuelle. Mais, comme toute méthode graphique, cette dernière n'est pas assez précise dans le cas d'indices à faible variabilité, de 2 ou 3 % par exemple. Force est donc de s'adresser au calcul. La formule s'établit facilement de la manière suivante :

Par exemple, O représente le point dont les coordonnées sont les logarithmes de $\bar{y}$ et $\bar{x}$ (valeurs moyennes des deux caractères y et x); A_1, le point représentatif d'un individu, dont les coordonnées sont y_1 et x_1; T_1, la projection du point A_1 sur la droite figurative répondant à la formule d'allométrie $y = bx^\alpha$, c'est-à-dire passant par le point O et de pente égale au quotient des indices de variabilité des caractères y et x; les coordonnées de ce point T_1 seront y_{t_1} et x_{t_1}. En supposant $y > \bar{y}$ et $x < \bar{x}$ (la position du point A_1 n'influence en rien la formule finale) et, en traçant, d'une part, l'ordonnée du point A_1 et l'abscisse du point T_1 avec leur point d'intersection B et, d'autre part, l'ordonnée du point T_1 et l'abscisse du point O avec leur point d'intersection C, nous aurons

(1) *Arch. Zool. exp.*, 18, 1939, p. 285.

deux triangles rectangles semblables ABT et TOC. Les tangentes des angles $\widehat{BAT}$ et $\widehat{TOC}$ seront évidemment égales à α. Pour ces deux triangles, nous aurons

$$\alpha = \frac{\log x_{t_1} - \log x_1}{\log y_1 - \log y_{t_1}}, \tag{1}$$

$$\alpha = \frac{\log y_{t_1} - \log \bar{y}}{\log x_{t_1} - \log \bar{x}}. \tag{2}$$

D'où l'on tire facilement les valeurs y_{t_1} et x_{t_1} ainsi que leur rapport $R_{t_1} = y_{t_1} : x_{t_1}$, répondant exactement à la relation d'allométrie et que j'ai nommé *rapport type*, correspondant au rapport individuel $R_1 = y_1 : x_1$ de l'animal représenté par le point A_1. Finalement, on déduit le rapport entre R_1 et R_{t_1}, qui donne la grandeur relative du rapport individuel théorique $R_1 : R_{t_1}$, indépendant de la taille de l'animal,

$$\frac{R_1}{R_{t_1}} = \left[\frac{y_1}{\bar{y}}\left(\frac{\bar{x}}{x_1}\right)^{\alpha}\right]^{\frac{\alpha+1}{\alpha^2+1}}. \tag{3}$$

G. Teissier ([2]), dans *Un essai d'analyse factorielle* des variants sexuels d'un Crabe *Maia squinado*, s'est servi, pour la comparaison des différents indices entre eux, des coefficients de corrélation entre les *rapports caractéristiques réduits* μ, correspondants, calculés à l'aide d'une formule plus simple $\mu = (y/\bar{y})(\bar{x}/x)^{\alpha}$. Mais cette formule est inapplicable pour le calcu des coefficients de variabilité et de leur amplitude, car elle ne permet pas la comparaison des chiffres obtenus pour différents indices, en raison du principe même de la réduction. En effet, la réduction des rapports individuels et celle de leur valeur moyenne est plus ou moins grande, suivant la valeur de l'exposant α. Des écarts théoriquement égaux se traduisent, pour deux indices à allométrie de taille différente, par des chiffres sensiblement différents. Ainsi, si $\alpha = 1,50$, un rapport dont l'écart vrai est de 10 % se traduira par un *rapport caractéristique réduit* égal à 1,13, c'est-à-dire avec un écart égal à 13 % de la valeur prévue par la relation d'allométrie, soit avec une différence de 30 % de la valeur de l'écart vrai. Pour la mise des valeurs des écarts à la même échelle, l'élévation supplémentaire des chiffres obtenus à la puissance $(\alpha + 1) : (\alpha^2 + 1)$, suivant la formule (3), est indispensable. De cette manière, selon la valeur de α, la correction se

---

([2]) *Biotypologie*, 6, 1938, p. 73.

fera automatiquement. Plus α s'écartera de 1,0 dans l'un ou l'autre sens, plus grande sera la correction dans le sens opposé.

Une dernière formule donnera, en %, l'écart a_1 de l'indice individuel par rapport à la droite figurative

$$(4) \qquad a_1 = (R_1 : R_{l_1} - 1)\,100.$$

Les polygones de variation, construits avec les écarts calculés au moyen de ces formules, donnent des courbes exactes, qui expriment fidèlement la variation fluctuante vraie de l'indice, et cela indépendamment de toutes les modifications que l'augmentation de taille apporte dans les proportions relatives des animaux qui composent les populations à comparer.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la réaction de Millon vis-à-vis de diverses tuberculines obtenues par précipitation.* Note de MM. **Ernest Fernbach** et **Georges Rullier**, présentée par M. Richard Fosse.

Malgré les nombreux travaux qui ont été publiés jusqu'à ce jour, on ignore encore dans quel groupe chimique on doit ranger la tuberculine. Se basant sur le caractère positif de la réaction de Millon que donnent les tuberculines dites purifiées, la plupart des auteurs considèrent cette substance comme appartenant au groupe des protides. Or, si la réaction de Millon est, en effet, toujours positive en présence des matières protéidiques, cela est dû uniquement au fait que la molécule de ces protides est disloquée, entraînant ainsi la mise en liberté du noyau phénolique dont la détection est rendue dès lors possible par le réactif nitromercurique.

En d'autres termes, une réaction de Millon positive indique seulement la présence d'un noyau phénolique, et non forcément celle d'une albumine, car, avec notre peu de connaissance de ces substances, on ignore si le noyau phénolique fait toujours partie intégrante de la molécule albuminoïde.

D'autre part, les précipités obtenus dans la préparation des tuberculines par précipitation des bouillons concentrés au 1/10e, et quel que soit le procédé employé, sont loin de représenter la substance active constituant la tuberculine véritable, et tout le monde sait que les résultats dus à la précipitation par des alcools de même titre pour une même tuberculine

brute présentent presque toujours des variations considérables; à plus forte raison lorsque l'on emploie des alcools de titre différent.

Il semble cependant, d'après M. Charpentier, que les meilleures conditions pour obtenir une tuberculine aussi peu chargée que possible en produits d'accompagnement se trouvent dans la précipitation par affusion lente d'alcool faible dans la tuberculine brute.

Nous avons donc préparé, suivant ce principe, une tuberculine spéciale, et, après nous être assurés de son activité, nous avons étudié comment elle se comportait vis-à-vis du réactif de Millon, et nous avons comparé ces résultats avec ceux de deux autres tuberculines purifiées, vis-à-vis du même réactif.

Ces trois tuberculines ont été préparées de la façon suivante :

La première a été faite en suivant la technique intégrale de Koch (précipitation de la tuberculine brute par l'alcool absolu jusqu'à ce que le mélange titre 60° en alcool; lavages du précipité par l'alcool à 60°; dessiccation dans le vide). *Dix milligrammes* du produit final tuent le Cobaye tuberculisé depuis 6 semaines en environ 6 heures.

La deuxième nous a été fournie par M. A. Jousset et préparée suivant son procédé par lui-même (voir *Rev. de la Tuberculose*, 1915; *Études sur la Tuberculine*, par A. Jousset).

Trois milligrammes de cette tuberculine tuent le Cobaye tuberculisé depuis 6 semaines en un peu moins de 6 heures.

La troisième a été préparée par nous-mêmes suivant une modification de la méthode de Koch, imaginée, ainsi que nous l'avons dit plus haut, par M. Charpentier.

Dans ce procédé, la tuberculine brute est traitée au moyen d'affusions lentes par 20 fois son volume d'alcool à 50° (centrifugation du précipité suivie de trois lavages successifs à l'alcool à 50°). Après chaque lavage le précipité est recueilli par centrifugation. Dessiccation dans le vide.

Trois milligrammes de cette tuberculine tuent le Cobaye tuberculisé depuis 6 semaines en 6 heures.

Mentionnons que le produit obtenu par nous possède une activité quatre fois moindre que celui préparé dans les mêmes conditions par M. Charpentier. Le produit obtenu par lui provoquait la mort de l'animal tuberculisé depuis 6 semaines dans les délais habituels à la dose de 7/10° de milligramme seulement.

Nous résumerons toutes nos expériences dans le tableau comparatif ci-dessous :

	Nombre de doses mortelles soumis en une fois au réactif.	Poids du produit.	Poids de l'eau.	Réaction de Millon.
		mg	cm³	
Tuberculine de Koch.........	4	40	4	+
» Jousset........	3	15	4	+
» Charpentier...	3	15	4	—

Les deux premières tuberculines donnent donc une réaction positive, la troisième une réaction négative. Le résultat est d'autant plus intéressant à noter que deux de ces tuberculines présentent à peu de chose près le même degré d'activité, et qu'un même poids dissous dans la même quantité d'eau donne des résultats très différents vis-à-vis du réactif de Millon. Nous devons faire remarquer également que les trois liquides de lavage, dans le cas du procédé Charpentier, donnent des résultats tout à fait concordants et qui laissent prévoir le résultat final sur le produit obtenu.

La réaction de Millon est en effet entièrement positive avec le premier liquide de lavage, douteuse avec le second et négative avec le troisième.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Le synchronisme des formations éocènes, marines, des deux côtés de l'Atlantique, d'après leur faune ichtyologique.* Note de M. **Maurice Leriche**.

Les auteurs qui ont tenté d'établir des rapprochements entre les formations tertiaires des États-Unis et celles de l'Europe ont été frappés par les différences que présentent les faunes d'Invertébrés des deux côtés de l'Atlantique. Entre ces faunes il n'y a, pour ainsi dire, aucune espèce commune. Il n'est donc pas surprenant de constater que les synchronismes établis entre les formations tertiaires, marines, du nouveau et du vieux continent restent le plus souvent indécis et varient suivant les auteurs, d'après le groupe d'Invertébrés considéré.

Dans l'établissement de ces concordances, aucun parti n'a été tiré jusqu'ici des faunes ichtyologiques, lesquelles renferment pourtant de nombreuses espèces qui eurent, à l'époque tertiaire, une vaste aire de dispersion.

C'est dans le but d'asseoir les synchronismes sur une pareille base que, en 1933, à l'occasion du Congrès géologique international tenu à Washington où j'avais l'honneur de représenter l'Académie, j'ai parcouru certaines régions des États-Unis, visité les Musées de New-York et de Washington et rapporté de nombreux matériaux dont je viens d'achever l'étude.

Les terrains tertiaires, marins, occupent à l'est et au sud-est des États-Unis, parallèlement aux rivages de l'Atlantique et du golfe du Mexique, une large bande qui s'étend du New-Jersey au Mexique. Ces terrains

s'appuient sur le Crétacé, le long de la bordure intérieure de la bande. Avec le Crétacé, ils forment la région, relativement basse, que les géologues et les géographes américains appellent l'*Atlantic and Gulf Coastal Plain*.

Le Mississippi traverse l'*Atlantic and Gulf Coastal Plain*, et, grâce à un ennoyage, la bande tertiaire remonte la vallée du grand fleuve jusqu'à son confluent avec l'Ohio. Ce prolongement de la bande tertiaire, le *Mississippi Embayment*, dessine une sorte de golfe qui s'enfonce profondément dans l'intérieur des États-Unis.

Loin, au nord-ouest, du *Mississippi Embayment*, dans le Dakota, apparaît la formation de Lance, qui fait partie de la puissante formation continentale de Laramie.

La formation de Midway. — Dans la partie méridionale de l'*Atlantic and Gulf Coastal Plain* (de l'ouest de la Géorgie au Texas), la formation de Midway s'intercale entre le Crétacé et des terrains qui furent toujours considérés comme appartenant à l'Éocène. Le problème qui s'est posé, en Europe, au sujet du Danien et du Montien, et, en Afrique, au sujet des couches de Landana, s'est posé, aux États-Unis, à propos de la formation de Midway, que la plupart des auteurs américains rattachent, aujourd'hui, au Tertiaire.

La faune ichtyologique de la formation de Midway est entièrement nouvelle. Elle comprend les éléments suivants : *Raja texana* nov. sp.; *Trygon alveolatus* nov. sp.; *Odontaspis macrota-striata*, var. *semistriata* nov. var.; *O. exilis* nov. sp.; *Lamna mediavia* nov. sp. Ses affinités sont manifestement tertiaires.

Le Cannonball marine member *de la formation de Lance.* — La formation de Lance repose sur les couches marines des Fox Hills, qui sont maestrichtiennes, et supporte les couches continentales de Fort-Union, qui appartiennent à l'Éocène inférieur. Elle correspond approximativement aux couches à *Ceratops* du Wyoming.

Dans le Dakota du Sud et le Dakota du Nord, la partie supérieure de la formation de Lance est marine; c'est le *Cannonball marine member*, qui est une intercalation marine dans la formation de Laramie. Les couches de Cannonball sont généralement regardées comme formant le sommet du Crétacé. J'ai reconnu dans les rares restes de Poissons qu'elles ont livrés : *Odontaspis macrota* Ag., præm. *striata* Winkl.; *Lamna mediavia* nov. sp. Ces couches représentent, dans le Dakota, la formation de Midway.

Le groupe de Pamunkey. — Le groupe de Pamunkey constitue à lui

seul l'Éocène, dans le Maryland et la Virginie. Il comprend les formations d'Aquia et de Nanjemoy, qui ont été placées aux différents niveaux de l'Éocène.

La formation de Nanjemoy repose sur la formation d'Aquia, et rien, à leur contact, ne révèle une interruption de la sédimentation.

La faune ichtyologique de la formation d'Aquia est composée des espèces suivantes : *Myliobatis Dixoni* Ag.; *Aetobatis irregularis* Ag.; *Synechodus Clarki* Eastm.; *Odontaspis Winkleri* Ler.; *O. cuspidata* Ag., præm. *Hopei* Ag.; *O. macrota* Ag.; *Lamna obliqua* Ag.; *L. Vincenti* (Winkl.) A.-S. Woodw.; *Oxyrhina nova* Winkl.; *Sphyrna* sp.; *Cybium* sp.; *Phyllodus toliapicus* Ag.; *Ostracion meretrix* Daim.

Cette faune est la faune typique de l'Yprésien et du Lutétien du bassin anglo-franco-belge. Plusieurs caractères permettent de lui assigner un âge précis (Yprésien); ce sont 1° la fréquence de *Lamna obliqua*; 2° la présence de *Phyllodus toliapicus* et d'un Albulidé (*Dixonina* ou *Albula*); 3° le fait que la plupart des espèces n'atteignent pas les grandes dimensions auxquelles elles arrivent dans le Lutétien.

La faune ichtyologique de la formation de Nanjemoy est moins riche que celle de la formation d'Aquia. Elle ne renferme pas les éléments nettement yprésiens de la faune d'Aquia. La formation de Nanjemoy correspond probablement au Lutétien.

La formation d'Aquia se prolonge, au Nord, dans le New-Jersey, car l'Éocène de cet État a livré, en plus d'un certain nombre d'espèces propres aux États-Unis, plusieurs éléments de la faune yprésienne : *Lamna obliqua* Ag., *Phyllodus toliapicus* Ag. et les variétés de cette dernière espèce que l'on connaît dans l'Argile de Londres.

La formation de Jackson. — Dans les États du Sud (Alabama, Mississippi, etc.), la série éocène est plus complète que dans la partie septentrionale de la Plaine côtière atlantique. A la formation de Midway succèdent les formations de Wilcox (ou de Sabine), de Claiborne et de Jackson, qui représentent respectivement l'Éocène inférieur, l'Éocène moyen et l'Éocène supérieur.

Dans des matériaux de la formation de Jackson qui appartiennent au Musée de Washington, j'ai reconnu : *Pritis* sp.; *Oxyrhina præcursor* Ler., var.; *Carcharodon angustidens* Ag., præm. cf. *Sokolowi* Jaek., de l'Éocène supérieur de la Russie méridionale; *Sphyrna Gilmorei* nov. sp.; *Galeocerdo alabamensis* nov. sp.; *Cylindracanthus rectus* Ag.

La présence, dans la formation de Jackson, d'une forme voisine de

Carcharodon angustidens, lequel apparaît dès l'Oligocène, confirme l'âge Éocène supérieur (Bartonien) qui est unanimement attribué à cette formation.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

E. Fraselle. *Contribution à la connaissance des météores aqueux et aériens du Ruanda-Urundi (plateau des Grands Lacs africains).*

ALGÈBRE. — *Sur les fonctions algébriques à corps de constantes fini.* Note [1] de M. **André Weil**, présentée par M. Élie Cartan.

Je vais résumer dans cette Note la solution des principaux problèmes de la théorie des fonctions algébriques à corps de constantes fini; on sait que celle-ci a fait l'objet de nombreux travaux, et plus particulièrement, dans les dernières années, de ceux de Hasse et de ses élèves; comme ils l'ont entrevu, la théorie des correspondances donne la clef de ces problèmes; mais la théorie algébrique des correspondances, qui est due à Severi, n'y suffit point, et il faut étendre à ces fonctions la théorie transcendante de Hurwitz.

Soient k un corps à q éléments; $\bar{k}$ son extension algébriquement fermée; k_n le corps à q^n éléments contenu dans $\bar{k}$; σ l'automorphisme de $\bar{k}$ qui, à $\omega \in \bar{k}$, fait correspondre ω^q. Soit $\mathcal{R}$ l'anneau déduit du corps des rationnels par complétion par rapport à la famille de toutes les valuations l-adiques relatives à des l premiers et premiers à q. Soit $\lg(\omega)$ un isomorphisme fixe du groupe multiplicatif des $\omega \neq 0$ de $\bar{k}$ sur le groupe additif $\mathcal{R}$ modulo 1.

Soient K un corps de fonctions algébriques, de dimension 1, de genre g, sur le corps de constantes k; K_n le composé de K et k_n, $\bar{K}$ celui de K et $\bar{k}$; σ l'automorphisme de $\bar{K}$ qui coïncide avec σ sur $\bar{k}$ et laisse invariants les éléments de K. Par un *point* on entend un diviseur premier sur $\bar{K}$.

Soit G le groupe des classes de diviseurs de degré zéro et d'ordre premier à q sur $\bar{K}$: on l'identifiera, au moyen d'un isomorphisme fixe, avec

---

[1] Séance du 15 avril 1940.

le groupe additif des vecteurs, c'est-à-dire des matrices à $2g$ lignes et 1 colonne, modulo 1 sur l'anneau $\mathcal{R}$. Si $\mathfrak{d}$ est un diviseur de degré 0 sur $\overline{K}$, la classe de $\mathfrak{d}^{q^h}$ sera, pour h assez grand, un élément $\mathbf{a}_h$ de G, et $H(\mathfrak{d}) \equiv q^{-h}\mathbf{a}_h \pmod 1$ est un élément de G qui ne dépend pas de h : $H(\mathfrak{d})$ est un homomorphisme, sur G, du groupe des diviseurs de degré 0. L'automorphisme σ de $\overline{K}$ induit un automorphisme de G, qui s'écrit $(\mathbf{a} \rightarrow I\mathbf{a})$, I étant une matrice de degré $2g$ sur $\mathcal{R}$, telle que $I \equiv I^{-1} \equiv 0 \pmod 1$. Le groupe des classes sur K_n, d'ordre premier à q, est l'ensemble des $\mathbf{a} \in G$ tels que $(I^n - 1)\mathbf{a} \equiv 0 \pmod 1$. On posera $J = \lim_n (I^n - 1)/(q^n - 1)$, limite prise suivant le filtre engendré par les idéaux $\neq 0$ sur l'anneau des entiers rationnels.

Soient $\mathfrak{c}$ un diviseur sur $\overline{K}$, $\mathfrak{c} = \prod_i P_i^{m_i}$ sa décomposition en produit de diviseurs premiers, ou points, sur $\overline{K}$. Si $\varphi \in \overline{K}$ n'a ni pôle ni zéro aux points P_i, on posera $\varphi(\mathfrak{c}) = \prod_i \varphi(P_i)^{m_i}$.

Il y a deux matrices A, B de degré $2g$ sur $\mathcal{R}$, $\equiv 0 \bmod 1$ et jouissant des propriétés suivantes. Soit $\mathfrak{d}$ un diviseur sur K_n, tel que $\mathfrak{d}^{q^n-1}$ soit de classe unité; soit $\varphi \in K_n$ tel que $(\varphi) = \mathfrak{d}^{q^n-1}$; soit $\mathbf{b} = H(\mathfrak{d})$. On désigne par M^T la transposée de la matrice M, donc par $\mathbf{b}^T$ la matrice à une ligne et $2g$ colonnes transposée de $\mathbf{b}$. Alors on a, pour tout diviseur $\mathfrak{c}$ de degré 0 sur K_n, en posant $\mathbf{a} = H(\mathfrak{c})$,

$$\lg \varphi(\mathfrak{c}) \equiv \mathbf{b}^T . A . (I^n - 1) . \mathbf{a} \pmod 1.$$

Soient encore $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{c}'$ deux diviseurs sur $\overline{K}$, tels que $\mathfrak{c}^m$, $\mathfrak{c}'^m$ soient de classe unité; soient $(\varphi) = \mathfrak{c}^m$, $(\varphi') = \mathfrak{c}'^m$, avec $\varphi \in \overline{K}$, $\varphi' \in \overline{K}$. On posera

$$(\mathfrak{c}, \mathfrak{c}')_m = \frac{\varphi(\mathfrak{c}')}{\varphi'(\mathfrak{c})} :$$

c'est une racine $m^{\text{ième}}$ de l'unité, qui ne dépend que de m et des classes de $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{c}'$, et l'on a, si $\mathbf{a} = H(\mathfrak{c})$, $\mathbf{a}' = H(\mathfrak{c}')$

$$\lg(\mathfrak{c}, \mathfrak{c}')_m \equiv \lg\varphi(\mathfrak{c}') - \lg\varphi'(\mathfrak{c}) \equiv m . \mathbf{a}^T . B . \mathbf{a}' \pmod 1.$$

Les matrices A, B satisfont aux relations

$$I^T . A . I = q . A; \quad I^T . B . I = q . B; \quad B = A . J - J^T . A^T; \quad B^T = -B,$$

et il résulte de la théorie du corps de classes que A^{-1} et J^{-1} existent et que $A^{-1} \equiv J^{-1} \equiv 0 \pmod 1$.

Soit C une correspondance (m_1, m_2) sur $\overline{K}$, qui peut aussi être considérée, d'après Severi, comme un diviseur (de dimension 1) sur la variété des

couples (ordonnés) de points sur $\overline{K}$; la réciproque de C, qui est une correspondance (m_2, m_1), sera notée C'. A toute classe de diviseurs de degré o, d'ordre premier à q, sur $\overline{K}$, C fait correspondre une pareille classe : C induit donc un homomorphisme de G dans lui-même, qui s'écrit $(\mathfrak{a} \to L\mathfrak{a})$, L étant une matrice de degré $2g$ sur $\mathcal{R}$, telle que $L \equiv 0 \pmod{1}$; C' définit de même une matrice L'. On a $L' = A^{-1}.L^T.A$; et L, L' sont permutables avec J et avec $A^{-1}B$.

Voici un lemme important : si $m_1 = g$, on a en général (c'est-à-dire à des conditions qu'il est inutile de préciser ici) $2m_2 = \mathrm{Tr}(LL')$, Tr désignant la trace. Comme toute correspondance C est équivalente à une correspondance C_1 pour laquelle il en est ainsi (c'est-à-dire a même matrice L que C_1), on voit que $\mathrm{Tr}(LL')$ est toujours un entier rationnel > 0. Du lemme suit aussi que le nombre des points coïncidents de C est $m_1 + m_2 - \mathrm{Tr}(L)$. En particulier, écrivant $K = k(x, y)$, notant $K' = k(x', y')$ un corps isomorphe à K, et notant $\overline{k}(x, y, x', y')$ la variété des couples de points sur $\overline{K}$, soit Σ la correspondance $(1, q)$ définie par $x' = x^q$, $y' = y^q$; la matrice L qu'elle définit n'est autre que la matrice I définie plus haut; les points coïncidents de Σ sont les points sur $\overline{K}$, rationnels par rapport à k, ils sont au nombre de $q + 1 - \mathrm{Tr}(I)$. On en déduit que le polynome caractéristique de I, $P(u) = |E - uI|$, n'est autre que le polynome défini par $P(q^{-s}) = (1 - q^{-s})(1 - q^{1-s})\zeta_K(s)$, où ζ_K est la fonction ζ de K. De plus Σ', réciproque de Σ, a pour matrice qI^{-1} : appliquant alors à la correspondance $C = a_0 + a_1\Sigma + a_2\Sigma^2 + \ldots + a_{2g-1}\Sigma^{2g-1}$, où les a_i sont des entiers rationnels, l'inégalité $\mathrm{Tr}(LL') > 0$, on démontre l'hypothèse de Riemann pour ζ_K.

Enfin, soit K extension galoisienne du corps K_0 sur le même corps de constantes k; les automorphismes s du groupe de Galois Γ de K sur K_0 induisent un groupe d'automorphismes $[\mathfrak{a} \to L(s)\mathfrak{a}]$ de G, donc une représentation $L(s)$ de Γ, de degré $2g$ sur $\mathcal{R}$; les résultats ci-dessus permettent d'en déterminer le caractère; I étant permutable avec les $L(s)$, $P(u)$ se décompose en facteurs qui ne sont autres que les fonctions d'Artin sur K_0, relatives aux caractères simples de Γ : il est ainsi démontré que ces fonctions, même dans le cas non abélien, sont des polynomes, dont on trouve facilement le degré. L'hypothèse que K est galoisien sur K_0 n'a été faite ici que pour simplifier l'énoncé de résultats valables pour une extension quelconque de degré fini.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la définition intrinsèque d'un élément plan normal à une variété non holonome.* Note de M. **Mendel Haimovici**, présentée par M. Élie Cartan.

L'étude des variétés riemanniennes non holonomes a été faite jusqu'à présent surtout des points de vue semi-intrinsèque et rigide ([1]). Nous nous sommes proposé d'étudier, quand cela est possible, ces espaces du point de vue intrinsèque. Dans cette Note nous voulons montrer comment on peut définir, d'une manière intrinsèque, en chaque point d'une telle variété un élément plan normal. Nous supposerons que le système de Pfaff $\omega_\alpha = 0$ $(\alpha = m+1, \ldots, n)$, qui définit la variété, a son système dérivé nul et qu'il n'est pas possible d'associer à chacune des équations de ce système une direction $\omega_i\Big(\underset{(\alpha)}{d}\Big)\,(\operatorname{mod}\omega_\alpha)$ $(i = 1, \ldots, m)$ telle que

$$\omega'_\alpha(\delta, d) = -\sum_\beta \lambda_\beta \omega'_\beta\Big(\delta, \underset{(\alpha)}{d}\Big) \qquad (\operatorname{mod}\omega_\alpha),$$

si $\omega_i(d) = \sum_\beta \lambda_\beta \omega_i\Big(\delta, \underset{(\beta)}{d}\Big)$. Cette condition est remplie si le rang du système $\omega_\alpha = 0$ est m (ce qui exige que m soit pair $m = 2p$). Mais elle l'est aussi dans des conditions plus générales.

La méthode que nous emploierons est une application des méthodes générales d'équivalence de M. É. Cartan ([2]).

1. Soient

$$(1) \qquad \omega_\alpha = 0 \qquad (\alpha = m+1, \ldots, n)$$

les équations qui définissent la V_n^m et

$$ds^2 = \sum_i \omega_i^2 \qquad (\operatorname{mod}\omega_\alpha) \quad (i = 1, 2, \ldots, m)$$

la métrique sur la variété. Les pfaffiens ω_α, ω_i peuvent être transformés par le groupe

$$(G) \qquad \begin{cases} \overline{\omega}_\alpha = \sum_\beta A_{\alpha\beta}\,\omega_\beta, \\ \overline{\omega}_i = \sum_j C_{ij}\Big(\omega_j + \sum_\beta B_{j\beta}\,\omega_\beta\Big), \end{cases}$$

([1]) G. Vrănceanu, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 973-975.

([2]) *Ann. Sc. de l'École Normale Supérieure*, 3e série, 25, 1908, p. 57-73.

$A_{\alpha\beta}$ et $B_{j\beta}$ étant des coefficients quelconques et C_{ij} étant les coefficients d'une transformation orthogonale.

2. Les covariants bilinéaires des formes $\overline{\omega}_\alpha$ peuvent être écrits

$$\overline{\omega}'_\alpha=\sum_\beta[\overline{\omega}_\beta\,\omega_{\beta\alpha}]+\sum_\beta\sum_i q_{\alpha\beta i}[\overline{\omega}_\beta,\,\overline{\omega}_i]+\sum_{(i,j)} c_{\alpha ij}[\overline{\omega}_i\overline{\omega}_j].$$

Le système dérivé de (1) étant nul, on peut disposer des coefficients $A_{\alpha\beta}$ de manière à réaliser les relations

$$\sum_{(i,j)} c_{\alpha ij}c_{\beta ij}=\begin{cases}0 & \text{si } \alpha\neq\beta,\\ 1 & \text{si } \alpha=\beta\end{cases}\quad(^2),$$

Les ω_α restent déterminées à une transformation orthogonale près. Le groupe (G) se trouve par cela restreint, les coefficients $A_{\alpha\beta}$ représentant seulement les coefficients d'une transformation orthogonale.

3. Les pfaffiens $\omega_{\alpha\beta}=-\omega_{\alpha\beta}$ sont déterminés par la condition que $q_{\alpha\beta i}=q_{\beta\alpha i}$. Quant aux coefficients $q_{\alpha\beta i}$, ils dépendent des coefficients $B_{j\beta}$. En leur imposant la condition

$$\sum_\beta\sum_j c_{\beta ij}q_{\alpha\beta j}=0,$$

on pourra déterminer les coefficients $B_{j\beta}$. Dans nos hypothèses, ces conditions fournissent, en effet, un système d'équations linéaires en $B_{j\beta}$ à solution unique et bien déterminée. Les équations

$$\omega_i-\sum_\beta B_{i\beta}\,\omega_\beta=0$$

détermineront l'élément plan normal à la variété.

GÉOMÉTRIE. — *Généralisation de quelques formules de Géométrie intégrale.* Note (1) de M. **Manuel Balanzat**, présentée par M. Paul Montel.

On suppose un ensemble mesurable E_1 mobile dans un espace euclidien, soit E_2 un autre ensemble mesurable et fixe; la mesure de l'ensemble intersection de E_1 et E_2 sera une fonction de la position de E_1, c'est-à-dire des

(2) Voir à ce propos É. Cartan, *Atti del Congresso di Bologna*, 4, 1928, p. 253-261.

(1) Séance du 26 février 1940.

paramètres qui la déterminent. En choisissant convenablement ces paramètres, on démontre que l'intégrale de cette fonction, étendue à toutes les positions où E_1 coupe E_2, est égale à une constante multipliée par le produit des mesures de E_1 et E_2.

Dans ce qui suit nous étendons aux ensembles mesurables quelconques ces formules intégrales qui, pour des cas plus simples, ont été démontrées dans plusieurs Mémoires de Géométrie intégrale ([2]). Nous aurons besoin uniquement de la supposer démontrée pour des segments carrés ou cubes.

On peut résumer la démonstration de cette généralisation de la façon suivante : comme les formules intégrales sont valables dans les cas où les ensembles sont des intervalles, en utilisant l'intégration des séries, on démontre qu'elles sont valables aussi pour les ensembles ouverts. Mettons maintenant les ensembles E_1 et E_2 sous la forme $E_1 = O_1 - F_1$, $E_2 = O_2 - F_2$, où O_1 et O_2 sont des ensembles ouverts et F_1 et F_2 sont des ensembles dont la mesure est plus petite que ε.

L'intégrale peut donc se mettre sous la forme

$$\int m(E_1, E_2)\, dK = \int m(O_1, O_2)\, dK - \int m(O_1, F_2)\, dK - \int m(O_2, F_1)\, dK + \int m(F_1, F_2)\, dK,$$

où $m(E_1, E_2)$ est la mesure de l'intersection de E_1 et E_2 et dK est la *densité cinématique* de la Géométrie intégrale ([3]).

Si l'on fait maintenant tendre ε vers 0, on obtient

$$\int m(E_1, E_2)\, dK = K\, m(E_1)\, m(E_2),$$

K étant égal à 1, 2π et $8\pi^2$, suivant que les ensembles sont pris sur la droite, le plan ou l'espace.

Dans le cas où un des ensembles se réduit à un nombre fini de points, les formules antérieures se vérifient encore en prenant, comme mesure de l'intersection, le nombre N égal au nombre de points communs aux deux ensembles.

On peut considérer également des ensembles mobiles d'extension infinie, mais qui admettent des déplacements qui les laissent invariables,

---

([2]) L. A. SANTALO, *Abhandlungen aus dem mathematischen Seminar der Hamburgischen Universität*, 11, Heft 3/4, 1936, p. 222 et *Integralgeometrie*, 5. *Ueber das kinematische Mass in Raum*, Paris, 1935.

([3]) Pour les définitions de la densité cinématique des différents cas, voir BLASCHKE, *Vorlesungen über Integralgeometrie*, I, II, 1936.

comme par exemple les bandes B du plan limitées par deux droites parallèles et, dans l'espace, les bandes limitées par deux plans parallèles et les cylindres C, et l'on obtient les formules

$$\int m(\mathrm{E},\mathrm{B})\,d\mathrm{B}=\pi l\,m(\mathrm{E}),\qquad \int m(\mathrm{E},\mathrm{B})\,d\mathrm{B}=2\pi\,\mathrm{L}m(\mathrm{E}),$$
$$\int m(\mathrm{E},\mathrm{C})\,d\mathrm{C}=8\pi^2\,\mathrm{S}m(\mathrm{E}),$$

où l, L et S sont respectivement la distance entre les plans parallèles et la mesure de la section droite du cylindre.

En considérant d'une façon analogue la mesure de l'intersection d'une droite mobile avec un ensemble plan et la mesure de l'intersection d'une droite ou un plan mobile avec un ensemble de l'espace, étant entendu qu'il s'agit dans le premier cas d'une mesure linéaire, et d'une mesure superficielle dans les deux autres; on obtient respectivement

$$\int m(\mathrm{E},\mathrm{D})\,d\mathrm{G}=\pi m(\mathrm{E}),\qquad \int m(\mathrm{E},\mathrm{D})\,d\mathrm{G}=2\pi m(\mathrm{E}),\qquad \int m(\mathrm{E},\mathrm{P})\,d\mathrm{E}=2\pi m(\mathrm{E}).$$

Si, au lieu de considérer l'ensemble E complètement mobile, on le considère comme soumis uniquement à des translations, les formules intégrales sont valables et tous les coefficients se réduisent à l'unité.

On peut généraliser de même les formules de la Géométrie intégrale dans les cas où il y a un ensemble mobile et un ensemble fixe.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur une inégalité que vérifient les fonctions de carré représentable par l'intégrale de Cauchy.* Note [1] de M. **Alexandre Ghika.**

Une fonction, dont le carré est représentable par l'intégrale de Cauchy (intégrale au sens de M. Lebesgue), est aussi représentable par l'intégrale de Cauchy.

Nous avons démontré [2] que toute fonction holomorphe $f(x)$ dans un domaine D de frontière rectifiable C, qui tend (suivant des chemins non tangents à C) presque partout sur C vers une fonction $f(z)$, dont le carré est représentable par l'intégrale de Cauchy relativement à C [ensemble de

---

[1] Séance du 8 avril 1940.
[2] *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 1478.

fonctions que nous avons appelé $\Omega(C)$] a encore les mêmes propriétés relativement à toute courbe rectifiable C_1 appartenant au domaine fermé (c'est-à-dire pouvant avoir des parties communes avec C). Toute fonction appartenant à $\Omega(C)$ appartient aussi à $\Omega(C_1)$.

Supposons, pour plus de simplicité, que le domaine D soit simplement connexe et soit la suite double

$$\left[(z-a)^m, \frac{1}{(z-a)^{n+1}}\right] \qquad (m, n = 0, 1, 2, \ldots),$$

a étant un point intérieur à D.

Le système double

$$P_m(z), \qquad Q_n(z) \sim \sum_{i=0}^{+\infty} Q_{ni} P_i(z) + R_n(z) \qquad (m, n = 0, 1, 2, \ldots),$$

$P_m(z)$ étant un polynome de degré m par rapport à $(z-a)$ et $R_n(z)$ un polynome sans terme constant de degré $n+1$ par rapport à $1/(z-a)$, qu'on obtient en orthogonalisant et normalisant la suite précédente le long de C, est *complet*.

Le système $\left[\overline{Q_n(z)}\, ds/dz\right]$ est *relativement complet* par rapport aux fonctions de $\Omega(C)$ ([3]), et l'on a

$$(1) \qquad \sum_{n=0}^{+\infty} |\alpha_n|^2 = \int_C |f(z)|^2\, ds,$$

où

$$\alpha_n = \int_C f(z)\, R_n(z)\, dz.$$

Soit $[P_{1m}(z), Q_{1n}(z)]$ le système analogue relativement à C_1 (en supposant le point a intérieur aussi à C_1).

On a

$$(2) \qquad \sum_{n=0}^{+\infty} |\alpha_{1n}|^2 = \int_{C_1} |f(z)|^2\, ds,$$

où

$$\alpha_{1n} = \int_{C_1} f(z)\, R_{1n}(z)\, dz.$$

Le polynome $R_{1i}(z)$ étant de degré $i+1$ par rapport à $1/(z-a)$, on a

([3]) *Comptes rendus*, **202**, 1936, p. 278.

évidemment

$$R_{1i}(z)=\sum_{k=0}^{i} r_{ik} R_k(z)$$

et, par conséquent,

$$\alpha_{1i}=\sum_{k=0}^{i} r_{ik}\alpha_k,$$

quelle que soit la fonction $f(z)$ de $\Omega(C)$.

Toutes les fois que la série (1) est convergente, il existe une fonction $f(z)$ de $\Omega(C)$ (unique à un ensemble de points de C de mesure nulle près) qui admet $[\alpha_n]$ comme coefficients de Fourier relativement au système $[\overline{Q_n(z)}\, ds/dz]$ et, puisqu'elle appartient aussi à $\Omega(C_1)$, la série (2) est aussi convergente. En vertu d'un théorème de MM. Hellinger et Toeplitz, il existe une constante finie M, telle que

$$\sum_{i=0}^{+\infty} |\alpha_{1i}|^2 \leqq M^2 \sum_{k=0}^{+\infty} |\alpha_k|^2.$$

Le tableau r_{ik} donne lieu à une substitution linéaire.

On a donc *pour toute fonction de* $\Omega(C)$

$$\int_{C_1} |f(z)|^2\, ds \leqq M^2 \int_{C} |f(z)|^2\, ds,$$

la constante M *étant indépendante de* $f(z)$.

Cette inégalité est très utile pour l'étude des fonctions de $\Omega(C)$.

Comme conséquence immédiate, il résulte que toute suite $f_n(z)$ de fonctions de $\Omega(C)$ convergente en moyenne le long de C converge en moyenne aussi le long de toute courbe rectifiable C_1 du domaine fermé ayant des parties en commun avec C. Pour des courbes C_1 n'ayant pas des points communs avec C, la convergence est évidemment uniforme.

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Sur le sectionnement spontané d'un jet liquide.* Note [1] de M. **Guy Littaye**, présentée par M. Henri Villat.

Pour expliquer les résultats obtenus par Savart [2] sur le sectionnement provoqué d'un jet liquide, lord Rayleigh [3] a été amené à établir qu'un

(1) Séance du 15 avril 1940.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 53, 1833, p. 337.

(3) *Proc. London Math. Soc.*, 10, 1879, p. 4.

cylindre liquide de diamètre d est stable ou instable selon que sa longueur est inférieure ou supérieure à πd. L'instabilité est maximum pour une longueur égale à $4,5 d$. Savart imprimait à l'orifice d'émission des vibrations forcées normales à son plan et amorçait ainsi des étranglements régulièrement espacés le long du jet. Celui-ci rendait alors un son lorsque la fréquence de la vibration correspondait à une période spatiale égale ou supérieure à πd; l'intensité du son était maximum pour une période spatiale à $4,5 d$.

Nous nous sommes proposé de vérifier la théorie de lord Rayleigh sur un jet d'eau issu d'un tube capillaire maintenu à l'abri de toute vibration. Pour déceler une striction commençante nous avons utilisé la technique décrite précédemment ([1]) : un pinceau lumineux fourni par une étincelle ponctuelle forme, après traversée d'un renflement du jet, une focale sur une feuille de papier sensible. Cette focale n'est d'ailleurs nette sur la feuille que si la différence entre le diamètre d'un renflement et le diamètre d'un étranglement du jet est de quelques microns. Nous avons pu ainsi constater que les focales apparaissent dès l'orifice du tube et sont visibles sur une grande longueur du jet; leur écartement, de valeur très variable pour un même jet, est presque toujours inférieur à πd. Ceci montre que les étranglements ne s'accentuent pas tant que la période spatiale est inférieure à πd. A une certaine distance de l'orifice, les focales s'élargissent et disparaissent, montrant ainsi que la striction s'accuse. Les étranglements deviennent alors visibles sur la photographie du jet lui-même; la distance entre eux, toujours supérieure à πd, est très variable. Elle se maintient en général au voisinage de $4,5 d$. A partir du point où la striction s'accuse, le sectionnement complet du jet est très vite obtenu.

Dans ces expériences, le jet était horizontal et sa vitesse initiale assez grande. Le jet conservait ainsi sur une grande longueur, malgré l'action de la pesanteur, une vitesse constante et par suite un diamètre invariable. Mais ce diamètre n'était pas celui du capillaire. En effet, dans une section droite à l'intérieur du tube la vitesse diminue de l'axe à la périphérie suivant une loi parabolique, l'écoulement restant toujours laminaire dans ces expériences. Dans une section droite du jet, à une distance suffisante de l'orifice, la vitesse est uniforme. Admettons que la vitesse quadratique moyenne conserve la même valeur : la vitesse moyenne doit être plus grande pour le jet, l'aire d'une section droite doit être plus faible. Le

([1]) *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1705.

rapport K des diamètres du jet et du capillaire doit être 0,84. Comme nous n'avons tenu compte, pour obtenir ce résultat, ni de la dissipation d'une partie de l'énergie cinétique par frottement interne, ni de la transformation d'une autre partie de cette énergie en énergie superficielle, 0,84 représente une valeur par défaut, qui s'écartera d'autant plus de la valeur exacte que le diamètre et la vitesse du jet seront plus faibles. La mesure directe du diamètre du jet nous a montré que sa valeur limite était atteinte à une distance de l'orifice inférieure à 20 d. Pour un tube de diamètre $0^{mm},843$, K croît de 0,87 à 0,94 lorsque le nombre de Reynolds passe de 2200 à 1060. Dans nos expériences sur le sectionnement des jets nous avons utilisé six tubes capillaires dont les diamètres étaient compris entre $0^{mm},28$ et $1^{mm},8$: la valeur de K, toujours supérieure à 0,84, était, dans la plupart de ces expériences, comprise entre 0,87 et 0,89.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la polarité mutuelle de l'argent et du nickel dans l'iodure de potassium aqueux.* Note (1) de M. **Ernest Toporescu**, présentée par M. Jean Perrin.

Mlle S. Veil (2) montre que : 1° la f.é.m. de l'argent-platine dans l'eau distillée du laboratoire, qui est de l'ordre de 1/10e de volt, est exaltée par la présence d'iodure de potassium dissous; 2° la polarité mutuelle de l'argent et du nickel dans l'iodure de potassium aqueux est inversée.

Ces deux phénomènes, qui n'ont pas été expliqués (3), sont étudiés dans ce travail, et la conclusion qui se dégage de toutes les expériences que j'ai faites est que le métal argent déplace le métal potassium de l'iodure de potassium.

Pour démontrer cette conclusion, j'ai mis en contact une lame d'argent pur, dont les dimensions sont $45,6\text{-}17,8\text{-}0,35^{mm}$, avec une solution concentrée d'iodure de potassium (50^{g} d'iodure pour 100^{cm^3} de solution). Après quelques jours de contact, à la température du laboratoire, en agitant de temps en temps, on détermine la variation du poids du métal argent, la quantité d'iodure d'argent formée et le pH de la solution.

De tous ces résultats on constate qu'il y a une proportionnalité entre les valeurs obtenues si l'on change dans les expériences le temps.

---

(1) Séance du 26 février 1940.

(2) *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1625.

(3) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1388.

Voici les résultats moyens :

	Jours.	Argent transformé.	AgI dans 10^{cm^3}.	pH sol. initiale.	pH sol. finale.
Ag	10	0,0490	0,0358	5,8	8,3
+ 25^{cm^3}	12	0,0514	0,0386	5,8	8,8
de sol. KI.	14	0,0636	0,0522	5,8	10,5

Pour doser l'iodure d'argent formé, on procède de la manière suivante : à 10^{cm^3} de la solution à analyser on ajoute 250^{cm^3} d'eau distillée chaude. L'iodure d'argent, qui est soluble dans la solution concentrée de l'iodure de potassium, précipite. On laisse quelques heures pour que l'iodure d'argent se dépose, on filtre sur un entonnoir avec une plaque poreuse, on lave le précipité avec précaution, on sèche et l'on pèse.

Le pH de la solution à analyser a une telle alcalinité qu'en mettant une goutte de solution de phénolphtaléine on obtient une coloration rouge intense, tandis que la solution initiale de l'iodure de potassium ne donne aucune coloration.

Pour expliquer la formation de l'iodure d'argent et l'alcalinité de la solution, dans les conditions de nos expériences, il faut admettre que le métal argent déplace lentement et continuellement le métal potassium de l'iodure de potassium. Le métal potassium ainsi déposé entre en réaction avec l'eau qui entoure le métal argent pour donner une solution alcaline et en même temps il joue le rôle d'électrode.

Comme conséquence du rôle qu'a le métal potassium comme électrode, l'exaltation de la f. é. m. argent-platine et l'inversion de la polarité mutuelle de l'argent et du nickel, observées dans les cas étudiés, ne sont que des phénomènes apparents; en réalité nous avons les couples potassium-platine, potassium-nickel, qui sont les vrais facteurs dans nos expériences.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le système iodure mercurique, iodure de rubidium et eau.* Note (1) de Mlle **Marcelle Pernot**, présentée par M. Marcel Delépine.

Grossmann (2) a préparé et décrit deux iodures doubles cristallisés de mercure et de rubidium, I^2Hg, IRb et $I^2Hg, 2IRb$.

(1) Séance du 18 mars 1940.

(2) *Ber. d. chem. Ges.*, **2**, 1904, p. 1258.

Jusqu'à présent, aucune étude méthodique du système iodure mercurique, iodure de rubidium et eau n'a été faite, du moins à ma connaissance. J'ai donc entrepris cette étude dans le but de rechercher les iodomercurates de rubidium qui cristallisent en solution aqueuse et de comparer les résultats obtenus au cours de ce travail à ceux déjà obtenus dans l'étude des iodomercurates de potassium ([3]) et des iodomercurates de cæsium ([4]).

J'ai, comme dans les cas précédents, et suivant les mêmes techniques, employé la méthode des solubilités à température constante et déterminé la composition des iodomercurates par la méthode des restes de Schreinemakers. J'ai employé aussi la même méthode analytique; toutefois j'ai observé que la séparation des deux iodures par sublimation de l'iodure mercurique était plus difficile dans le cas des sels de rubidium que dans le cas des sels de cæsium et surtout des sels de potassium. Mais, à condition de modifier un peu la technique de l'analyse ([5]), les résultats sont satisfaisants ([6]).

Le diagramme ci-contre résume les résultats que j'ai obtenus à 34°. La courbe de solubilité présente quatre branches. Les branches 1 et 4 correspondent respectivement à l'iodure mercurique et à l'iodure de rubidium ([7]).

Les branches 3 et 4 correspondent respectivement au sel double I^2Hg, IRb, H^2O et au sel double $3I^2Hg, 5IRb$ ([8]).

Le sel $I^2Hg, 2IRb$, signalé par Grossmann, n'a pas été obtenu à 34°; il en est de même de l'iodomercurate $I^2Hg, 2IK$, qui ne cristallise pas en solution aqueuse entre 0° et 80°; par contre l'iodomercurate de cæsium $I^2Hg, 2ICs$ cristallise en solution aqueuse dans de larges limites de concentration dans le même intervalle de température.

([3]) *Annales de Chimie*, 10e série, **15**, 1931, p. 9.

([4]) *Comptes rendus*, **206**, 1938, p. 909.

([5]) Tourneux, *Annales de Chimie*, **11**, 1919, p. 29.

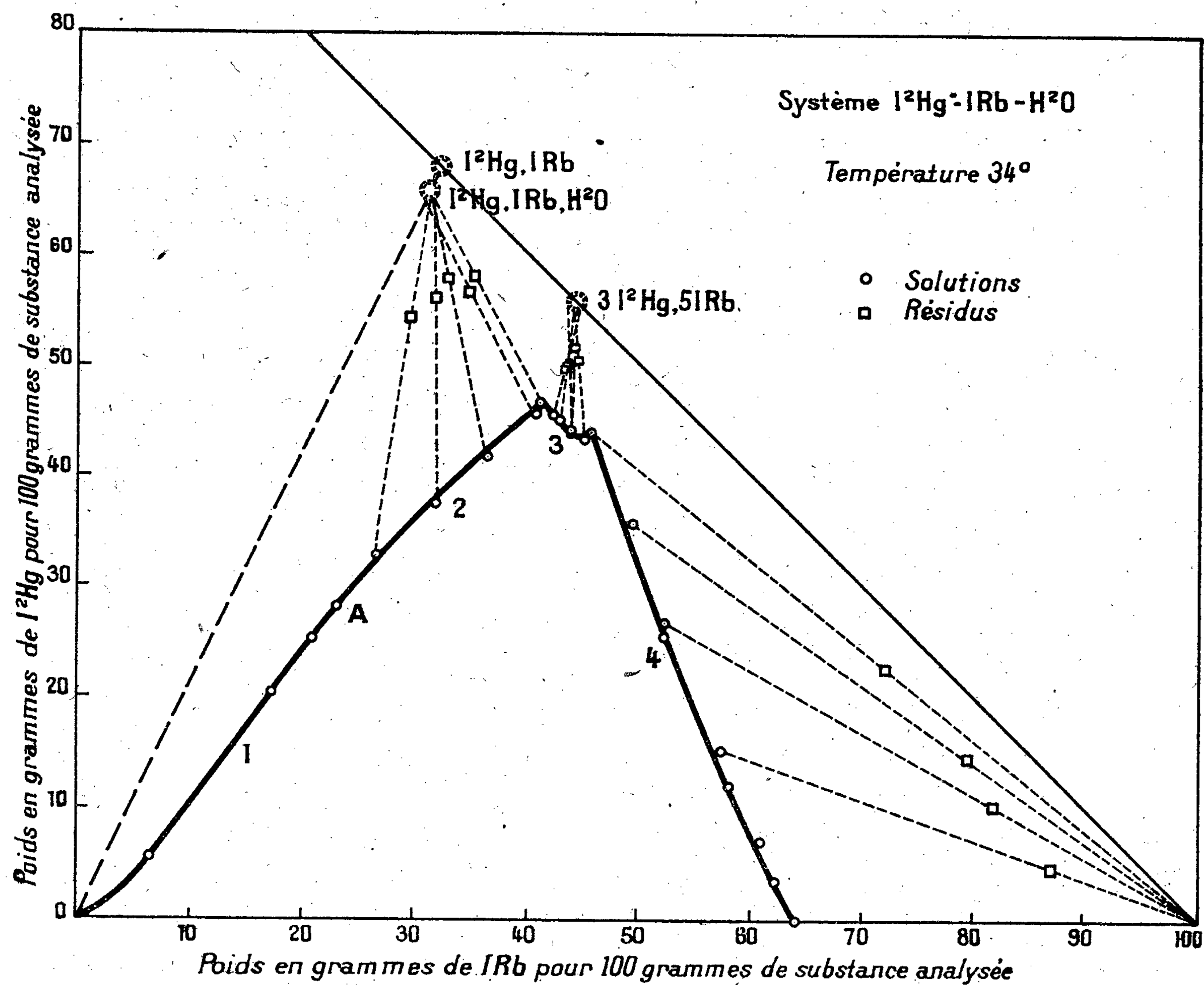
([6]) Composition centésimale de la substance analysée :

	1.			2.		
	I^2Hg.	IRb.	H^2O.	I^2Hg.	IRb.	H^2O.
Calculée	54,6	19,2	26,1	32,5	47,5	19,9
Trouvée.........	54,5	19,1	26,3	32,4	47,5	20,0

([7]) Au point A la solution dépose des cristaux rouges d'iodure mercurique et des cristaux jaunes de sel double.

([8]) A 34° un iodomercurate de potassium I^2Hg, IK, H^2O et trois iodomercurates de cæsium, $3I^2Hg, 2ICs$; $I^2Hg, 2ICs$ et $I^2Hg, 3ICs$, cristallisent en solution aqueuse.

Le sel anhydre I^2Hg, IRb, mentionné par Grossmann, n'a pas été obtenu à 34°; c'est l'hydrate I^2Hg, IRb, H^2O qui cristallise. Cet hydrate est du même type que l'iodomercurate de potassium I^2Hg, IK, H^2O, qui cris-



tallise en solution aqueuse entre 0° et 80°. Dans le cas des sels de cæsium, ni le sel anhydre I^2Hg, ICs, ni l'hydrate I^2Hg, ICs, H^2O ne cristallisent en solution aqueuse à 34°; le sel anhydre I^2Hg, ICs a pourtant été obtenu cristallisé à 0° et à 12°; son champ d'existence est très exigu.

Quant au sel $3I^2Hg$, 5 IRb, il est d'un type nouveau non signalé encore parmi les iodomercurates alcalins.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le mode cytologique de formation des vaisseaux du bois dans* Cucurbita Pepo. Note de Mlle **Janine Salmon**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Le mode de formation cytologique des vaisseaux du bois n'a été jusqu'ici que l'objet d'études partielles de Meves, qui ne s'est occupé que du rôle éventuel que pouvaient avoir les chondriosomes dans la différenciation des épaississements ligneux, et de Lenoir qui a décrit les processus de nécrobiose du noyau.

Nos observations ont porté surtout sur les vaisseaux des cotylédons de *Cucurbita Pepo*. Dans la graine, à l'état de vie ralentie, les éléments destinés à se transformer en vaisseaux se distinguent par leur allongement et leur disposition en file : ils montrent un cytoplasme auquel le noir Soudan donne une teinte noire générale, comme s'il était imprégné d'une substance lipidique; cette dernière semble constituée, en partie tout au moins, par un stérol, comme le montre la réaction à la digitonine. Dans ce cytoplasme, se trouvent de très nombreux grains d'aleurone dont on peut colorer métachromatiquement en rouge les globoïdes par le bleu de toluidine. Le noyau du type à prochromosomes offre une forme étoilée; quant au chondriome, il est difficile de le mettre en évidence avec précision dans le cytoplasme déshydraté.

Dès le début de la germination, les grains d'aleurone se transforment en vacuoles par hydratation, puis celles-ci augmentent peu à peu de volume et se fusionnent les unes dans les autres : les cristalloïdes de protéine inclus dans ces vacuoles présentent alors des aspects de dissolution, et la substance protéique amorphe, à l'état de pseudo-solution dans le suc vacuolaire, forme, sous l'action des fixateurs, de nombreux précipités colorables par l'hématoxyline ferrique. Les cellules, dans lesquelles les anneaux de lignine commencent à apparaître, ne possèdent généralement que deux énormes vacuoles séparées par une bride cytoplasmique renfermant le noyau : celui-ci acquiert rapidement l'aspect qu'il revêt dans les cellules adultes (augmentation sensible du nombre et de la taille des prochromosomes, irrégularité de leurs formes et production de fins trabécules les réunissant). Le chondriome apparaît à ce moment d'une manière très distincte : il est constitué à la fois par de longs chondriocontes et par des mitochondries granuleuses. A une phase ultérieure, le noyau accolé à la paroi acquiert une taille volumineuse, et l'on voit se différencier, aux dépens de certains éléments chondriosomiques (chondriocontes), de petits plastes

arrondis dans lesquels naissent de minuscules grains d'amidon simples. La substance lipidique qui semble imprégner le cytoplasme se raréfie et n'apparaît plus que dans certaines régions, séparées par des parties qui en sont dépourvues. Dans les vacuoles, on voit encore quelques résidus de cristalloïdes et des précipités protéiques qui vont se placer entre les anneaux ligneux. Quant aux globoïdes, ils semblent se résoudre en de nombreuses et petites granulations métachromatiques qui, elles-mêmes, prennent la même disposition. Les lipides cytoplasmiques, qui ont beaucoup diminué à ce stade, se réduisent à de petites plages également localisées entre les anneaux.

C'est à ce moment, où le cytoplasme est réduit à une mince gaine adhérant à la paroi du vaisseau, que les chondriosomes et les plastes se disposent régulièrement entre les anneaux de lignine, en contact étroit avec ceux-ci, formant ainsi une série de bandes alternant avec les anneaux ligneux. Cette disposition caractéristique, observée pour la première fois par Meves, a été considérée par ce savant comme la preuve que les chondriosomes contribuent à l'élaboration de la lignine. Mais cette opinion ne paraît pas justifiée, car la formation des anneaux précède la disposition linéaire du chondriome. Cet alignement des chondriosomes en bandes symétriques paraît s'expliquer par le retrait progressif de la mince couche cytoplasmique qui tapisse la membrane : cette dernière, comportant des saillies annulaires de lignine à l'intérieur du vaisseau, amène la séparation du cytoplasme en minces bandes régulières situées dans les sillons. D'ailleurs la plupart des inclusions qui se trouvaient dans les vaisseaux en formation viennent à ce moment, comme nous l'avons vu, se localiser entre les ornements de la membrane. A un stade ultérieur, le noyau et les chondriosomes disparaissent et les vaisseaux, définitivement formés, apparaissent comme des tubes vides dont les membranes possèdent des épaississements annulaires.

On constate des phénomènes analogues pendant la formation des vaisseaux dans la racine et dans l'axe hypocotylé, avec cette différence qu'ici les cellules ne renferment pas de grains d'aleurone, mais des vacuoles riches en précipités protéiques. Les chondriosomes et les plastes présentent la même évolution et prennent les mêmes dispositions : les plastes forment souvent des grains d'amidon composés. Quant au noyau, sa dégénérescence se manifeste par le fait que sa paroi cesse d'être visible et que les prochromosomes se tassent autour du nucléole.

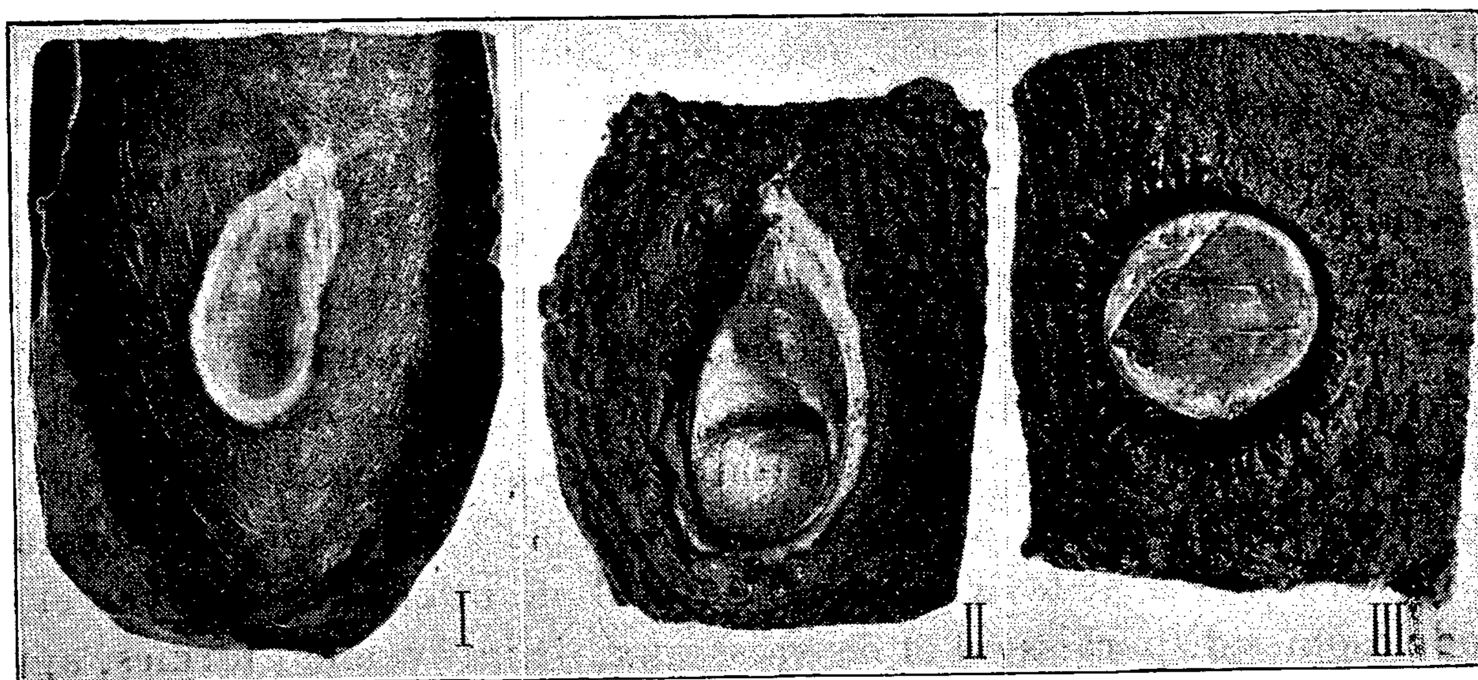
Ainsi il résulte donc de nos recherches que les cellules destinées à se transformer en vaisseaux présentent les mêmes caractères cytologiques

que les autres cellules méristématiques, mais subissent une évolution plus rapide que celles-ci et qui aboutit bientôt à la nécrobiose de leur protoplasme.

CYTOLOGIE. — *Sur les réactions des Mollusques céphalopodes aux injections de goudron.* Note [1] de M. **Antoine Jullien**, présentée par M. Paul Portier.

Les faits que nous rapportons dans cette Note résument les premières d'une série d'expériences conduites chez les Céphalopodes en vue de préciser les réactions de ces animaux vis-à-vis d'un certain nombre de substances cancérigènes.

C'est le goudron que nous avons tout d'abord étudié chez trois types Seiche, Poulpe, Élédone. Son injection, en petite quantité, dans le derme du sac palléal, est toujours suivie, comme l'indique la figure, de la



I, Seiche et II, Poulpe, après élimination de l'escarre. En III, Élédone, escarre en voie de formation.

formation d'une escarre, de forme assez régulièrement ovalaire ou circulaire et débordant plus ou moins les limites de la région initialement traumatisée.

Macroscopiquement, le processus de formation de l'escarre est le même chez tous les Céphalopodes; c'est celui que nous avons décrit chez la Seiche dans des recherches antérieures : apparition à la limite de la partie traumatisée, centrée par le goudron injecté, d'une fissuration des téguments qui s'étend progressivement et gagne en profondeur pour aboutir à

(1) Séance du 8 avril 1940.

la chute de la région mortifiée. Ces phénomènes se déroulent à des vitesses inégales suivant l'espèce envisagée : rapides chez la Seiche, où la chute de l'escarre est totale après 4 à 6 jours; un peu moins rapides chez le Poulpe (6 à 9 jours), ils sont lents chez l'Élédone où, après 18 jours, le sillon d'élimination, s'il a découpé le derme, commence seulement à entamer le muscle sous-jacent. Cette gradation dans la vitesse d'évolution du phénomène n'est pas spéciale au goudron, mais se retrouve avec d'autres substances comme l'extrait concentré de glande à pourpre des *Murex*.

L'observation microscopique des coupes colorées par diverses méthodes prouve que les processus précédents sont exclusivement commandés par les cellules sanguines. C'est la conclusion qui s'impose chez *Sepia*, où les figures histologiques sont faciles à suivre par suite de l'électivité des granulations leucocytaires pour l'éosine, et chez laquelle nous trouvons une confirmation d'observations antérieures consécutives à l'emploi d'agents irritatifs variés ([2]). Les faits sont fondamentalement les mêmes chez *Octopus* et *Eledone*, quoique plus difficiles à saisir, les granulations n'ayant pas les mêmes affinités chromatiques. Chez tous l'évolution morphologique des cellules sanguines, liée sans doute à des modifications parallèles de leurs propriétés physiologiques, conditionne la formation du sillon d'élimination qui se creuse à la limite de la région traumatisée dans l'épaisse zone réactionnelle constituée par les leucocytes et résulte d'une protéolyse tissulaire commandée par ces éléments.

Le tissu cicatriciel qu'on peut observer dans les tout premiers jours qui suivent la chute de l'escarre est constitué par la partie restante de la zone réactionnelle dont les cellules s'allongent, prennent une allure de fibroblaste, se disposent en strates parallèles à la surface et en alternance avec les éléments des assises adjacentes; il est donc exclusivement d'origine leucocytaire, ce qui corrobore les conclusions de M. Lange ([3]), qui, dans ses expériences de régénération chez les Céphalopodes, a également observé l'intervention des seuls corpuscules sanguins dans la protection préliminaire de la blessure provoquée par l'amputation des bras. Des expériences sont en cours pour préciser l'évolution ultérieure de ce premier tissu de cicatrisation, mais elles se heurtent à la difficulté d'obtenir une longue survie des animaux maintenus dans les bacs.

En résumé, les constatations qui précèdent montrent qu'en injection

---

([2]) A. Jullien, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 526 et 644.

([3]) *The Journal of Experimental Zoölogy*, **31**, 1920, p. 1.

sous-cutanée le goudron est, chez les Céphalopodes, dépourvu de pouvoir cancérigène; il se comporte comme un corps étranger banal qui déclenche chez tous des réactions présentant une étroite analogie, tant au point de vue macroscopique qu'au point de vue histologique et aboutissant à son élimination sous forme d'escarre. L'agent exclusif du processus est dans tous les cas la cellule sanguine; elle conditionne la chute de l'escarre par ses propriétés protéolytiques dont l'intensité est fonction de l'espèce étudiée et croît dans le sens : Élédone, Poulpe, Seiche; elle constitue par la suite le tissu cicatriciel initial. Ces observations confirment et permettent d'étendre à toute la classe des Céphalopodes nos conclusions antérieures concernant la Seiche.

ZOOLOGIE. — *La segmentation et la formation des feuillets chez les* Chætogaster *indochinois*. Note de M. **Constantin Dawydoff**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'ai eu l'occasion d'étudier le développement de deux espèces de *Chætogaster* de l'Indochine. Mes observations les plus approfondies ont porté sur une espèce d'Annam nouvelle pour la Science. Les résultats de mes recherches, en confirmant dans les grandes lignes ceux de Svetloff (1926), en diffèrent considérablement sur divers points et contribuent ainsi à notre connaissance de l'embryogénie aberrante des *Chætogaster*.

Le cocon des *Chætogaster* indochinois renferme toujours un seul œuf (0,45-0,50^{mm} de diamètre), d'une couleur jaune, assez riche en deutoplasme et qui occupe toute la cavité du cocon.

La segmentation est nettement inégale, asynchrome. Bien qu'elle présente plusieurs particularités très troublantes, elle peut se ramener à un type spiral, fortement modifié par cœnogénèse. Déjà, à partir du stade 4, existe une asymétrie très marquée dans la segmentation, le blastomère postérieur D, dominant par sa taille ses partenaires A, B et C. Comme chez *Stylaria*, au début même de la segmentation, le matériel cellulaire dont se compose l'embryon se subdivise en deux complexes distincts en ce qui concerne leur sort. Chez *Stylaria*, cette phase critique est le stade 12, tandis que, chez *Chætogaster*, déjà à partir de la formation de la première quartette de micromères (stade 8), la segmentation diffère de la normale. Lors de ce stade, seuls le macromère 1 D et le micromère 1 *d* sont appelés à jouer un rôle constructif dans l'embryogénèse, les autres six blastomères n'y prendront aucune part. Ils sont appelés à construire, autour de l'embryon, une enveloppe protectrice caduque. Cette structure singulière

apparaît aussi dans l'embryogénèse de *Stylaria;* mais, chez cette dernière, la composition de son ébauche, également formée de six cellules, est un peu autre (1 A, 1 B, 1 C, 1 *a* 1 *b*, 1 *c* chez *Chætogaster;* 1 A, 1 B, 1 *a*, 1 *b*, 1 *c*, 1 *d* chez *Stylaria*). Les blastomères appartenant à cette ébauche subissent des divisions apparemment désordonnées (mais toujours tangentielles) et finissent par former, autour de l'embryon, une assise cellulaire continue représentant l'ectoderme abortif. Svetloff a fait une tentative pour homologuer cette enveloppe provisoire au parablaste des Mammifères. Je ne vois aucune raison de chercher des homologies aussi lointaines, quand nous avons devant nous des homologies plus proches et plus naturelles, dans les enveloppes embryonnaires caduques des Plathelminthes et des Hirudinées.

En passant à l'ébauche constructive, notons que du travail de Svetloff résulte que, dans l'embryogénèse de *Ch. diaphanus,* cette ébauche est constituée par un seul blastomère (le macromère 1 D). Or mes observations m'ont conduit à cette conclusion que, chez le *Chætogaster* indochinois, à ce macromère 1 D s'adjoint le micromère 1 *d*, dont le rôle est fort important, comme nous allons le voir.

L'évolution de ce complexe bicellulaire suit le type que nous avons observé chez *Stylaria.* Le micromère 1 *d* reste pour quelque temps inactif, tandis que le macromère se multiplie énergiquement, en isolant, par des divisions nettement spirales, quatre micromères, 2 *d*, 3 *d*, 4 *d* et 5 *d*; après quoi ses divisions deviennent irrégulières et désordonnées. Ces descendants du macromère 1 D (exception faite pour 3 *d*) se partagent aussi en un grand nombre de cellules de taille presque égale, sans présenter aucun indice de divisions spirales, ni aucune coordination apparente des cinèses. Chaque blastomère semble se multiplier pour son compte, indépendamment de ses partenaires, et, une fois formé, s'isole complètement de son parent, de sorte que tous les descendants de blastomère initial 1 D forment, dans la cavité embryonnaire limitée par l'enveloppe protectrice, un complexe multicellulaire non cohérent. Au fur et à mesure que la segmentation progresse, les cellules se tassent les unes contre les autres, sans laisser entre elles aucun vide. Finalement, il se forme une masse moruliforme, dans laquelle il est impossible de déceler aucune trace de différenciation des feuillets primordiaux.

En ce qui concerne le micromère 1 *d*, il commence à se multiplier avec un retard par rapport à son partenaire 1 D, et la calotte de cellules issues de ce blastomère reste localisée sur la face postéro-dorsale de la morula. Cette calotte présente une ébauche de la plaque somatique. Svetloff l'a

trouvée chez le *Chætogaster* européen, mais son origine lui est restée inconnue. Chez *Stylaria* cette structure a la même origine que chez les Polychètes et se forme aux dépens du blastomère 2*d*. Or la formation de la plaque somatique aux dépens du blastomère 1*d* est un des caractères les plus saisissants de l'embryogénie des *Chætogaster* indochinois. Mes tentatives pour trouver les ectotéloblastes ont été vaines, mais ce qui est certain, c'est que les cellules qui entrent dans la composition de la plaque somatique du *Chætogaster* annamite montrent les indices d'un alignement très reconnaissables.

Le mésoderme cœloblastique se forme par un processus téloblastique, son ébauche apparaissant sous forme de deux blastomères, sur la face postéro-ventrale de l'embryon, précisément dans l'endroit où se trouve placé, durant toute la période de la segmentation, le micromère volumineux 3*d*. Ainsi je me crois autorisé à conclure que c'est ce micromère 3*d* qui représente le téloblaste mésodermique.

Les feuillets primaires, ecto- et entoderme, se différencient *in situ*, par le même processus singulier de délamination morulaire, et font leur apparition après la formation des bandelettes mésodermiques.

C'est seulement après la métamérisation de ces dernières et l'apparition du cœlome dans les somites que la masse entodermique compacte se creuse d'une cavité mésentérique, qui s'ouvre à l'extérieur par un pharynx entodermique provisoire.

Contrairement à ce que décrit Svetloff, l'enveloppe embryonnaire ne prend aucune part à la formation de l'embryon.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'entraînement mécanique, dans les laits chauffés, des phosphates enrobant la surface des cellules bactériennes. Rupture de l'équilibre phosphatique dans les laits microbiens stérilisés.* Note [1] de M. **Gustave Guittonneau** et Mlle **Marie Bejambes**, présentée par M. Emmanuel Leclainche.

Nous avons montré [2] que, chauffés dans du lait cru de vache, un certain nombre de microorganismes, les ferments lactiques en particulier, retiennent à leur surface les phosphates calciques libérés des complexes phosphocaséinatiques du lait à la faveur du chauffage.

Or la proportion de phosphore ainsi fixé à l'état de phosphates est

[1] Séance du 15 avril 1940.

[2] *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 1013.

importante. Elle peut atteindre 40 et même 45 % du phosphore minéral total du lait. Et comme, alourdis par la charge phosphatique qu'ils entraînent, les corps microbiens enrobés tendent à se séparer du liquide, il était à prévoir que leur dépôt déterminerait un appauvrissement du lait en phosphates solubles et pseudo-solubles.

Pour établir ce fait sur des bases expérimentales, nous avons, après essais préliminaires, fait appel à la technique suivante :

25^{cm^3} de lait, traité ou non dans les conditions que nous définirons plus loin, sont introduits dans un godet cylindrique et centrifugés pendant 5 minutes à la vitesse de 4000 tours à la minute (force centrifuge équivalant à environ 3000 fois l'accélération de la pesanteur). Un culot plus ou moins important se sépare, surmonté d'une colonne de liquide que nous divisons en deux portions égales : la portion supérieure, désignée par S, est comprise entre la surface et la mi-hauteur de la colonne de liquide, l'inférieure, désignée par I, est comprise entre la mi-hauteur de la colonne et le culot. Dans chacune des portions S et I, prélevées séparément et rendues homogènes, on dose le phosphore minéral sur 10^{cm^3} par la méthode de Posternak (dosage à froid en milieu nitrique) (³) après défécation par l'acide trichloracétique.

A titre d'exemple, nous rapportons les résultats d'une expérience dans laquelle on a soumis à une même centrifugation d'épreuve :

1° Un lait cru bactériologiquement propre; 2° le même lait additionné de *Sc. thermophilus* à raison de 120 millions par centimètre cube; 3° le même lait préalablement chauffé à 100° pendant une heure; 4° le même lait additionné de 120 millions de *Sc. thermophilus* par centimètre cube, puis chauffé une heure à 100°. Les chiffres figurant dans le tableau ci-dessous représentent la proportion de phosphore minéral éliminé par la centrifugation dans les couches S et I. Cette proportion est rapportée à 100 du phosphore minéral initial.

P éliminé dans la couche. Éch.....	1.	2.	3.	4.
S	2	1,3	1,2	38,8
I	1,1	1	1	12,2

L'élimination des phosphates n'est donc appréciable que pour l'échantillon n° 4 (lait chauffé en présence de *Sc. thermophilus*).

On a noté en outre que cette élimination des phosphates est en étroite relation avec la séparation des corps microbiens. En effet, dans

(³) POSTERNAK, *Bull. Soc. Chim.*, 27, 1920, p. 564.

l'expérience précédente, on a trouvé que l'élimination des microorganismes, rapportée à la charge microbienne introduite dans le lait des échantillons 2 et 4, représentait respectivement dans les couches S et I : pour le lait cru 9 % et o, pour le lait chauffé 75 % et 33 %.

En substituant à *Sc. thermophilus* d'autres agents habituels de la contamination des laits (*Sc. cremoris*, *Sc. lactis*, *Sc. fæcium*, *Aerobacter aerogenes*), on a trouvé pour la couche S des éliminations de phosphore variant de 16 à 37 %.

On pouvait, par ailleurs, penser que dans un lait chargé de germes, chauffé jusqu'à la stérilisation et abandonné pendant un temps suffisant à l'action de la pesanteur, on observerait une séparation des corps microbiens enrobés de phosphates, plus lente, mais analogue à celle qui détermine la centrifugation. Les résultats de l'essai suivant établissent qu'il en est bien effectivement ainsi.

25^{cm^3} d'un lait bactériologiquement propre, additionné ou non de microorganismes, sont stérilisés par un chauffage à 120° pendant 20^{min} en tubes hermétiquement clos, puis abandonnés à la température du laboratoire. Après un temps de repos qui varie de 10 à 21 jours, on prélève à la pipette 10^{cm^3} du liquide pris en surface en évitant soigneusement de mettre en suspension le dépôt qui s'est formé. Les microorganismes mis en expérience ont été : *Sc. thermophilus*, *Sc. cremoris*, *Sc. lactis*, *Sc. fæcium*, *Aerobacter aerogenes*.

Dans le tableau suivant, nous avons fait figurer la proportion de phosphore minéral éliminé de la couche superficielle rapportée à 100 du phosphore minéral dosé dans le lait immédiatement après la stérilisation.

Sans microbes ajoutés.	*Sc. thermophilus.*	*Sc. cremoris.*	*Sc. lactis.*	*Sc. fæcium.*	*Aerobacter aerogenes.*
1,1.........	26,8	25,4	34,2	29,5	15,3

Si, au lieu de faire appel aux masses microbiennes considérables mises en œuvre dans les essais précédents (de 250 millions à 1 milliard de germes par centimètre cube), on s'en tient à des charges plus réduites et comparables à celles que l'on rencontre dans certains laits de ramassage, on obtient encore des éliminations de phosphates qui sont loin d'être négligeables. Dans les conditions des essais précédents, on a noté, par exemple, une élimination de phosphates de 10 % pour une charge de 50 millions de *Sc. thermophilus* par centimètre cube.

La rupture de l'équilibre phosphatique par le processus que nous avons mis en évidence est donc à retenir pour le cas des laits stérilisés industriels.

Pratiquement, il faut conclure de notre étude qu'on ne doit pas soumettre à la stérilisation des laits de ramassage fortement contaminés, même si on les a préservés de toute altération visible par une réfrigération énergique.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Existence d'une septicémie à Spirochètes chez les chenilles de* Pieris brassicæ. Note de M. **André Paillot**, transmise par M. Paul Marchal.

Le nombre des Spirochètes actuellement connus est considérable; ils ont été rencontrés dans les milieux les plus divers : dans l'eau, la terre, les milieux organiques en décomposition et chez les êtres vivants, animaux et végétaux, où ils vivent en commensaux ou en parasites. Chez les Insectes, on a décrit un certain nombre d'espèces qui sont pour la plupart des hôtes du tube digestif ou des organes en rapport direct avec ce dernier; leur rôle parasitaire peut être tenu pour négligeable.

Pour la première fois, en octobre 1939, j'ai eu l'occasion d'observer, parmi des chenilles de *Pieris brassicæ* récoltées à Saint-Genis-Laval, un cas de septicémie à Spirochètes comparable aux spirochétoses sanguicoles étudiées chez un certain nombre de Vertébrés supérieurs. Aucun symptôme externe visible ne distinguait la chenille malade des autres chenilles; le sang, fortement trouble, pouvait être confondu avec celui des chenilles atteintes de septicémie bactérienne ou de maladie à ultravirus. L'examen microscopique ordinaire n'a pas permis de reconnaître la nature du parasite; mais, à l'examen sur fond noir, la présence de très nombreux Spirochètes a été facilement constatée. Ceux-ci se présentent sous l'aspect de minces filaments enroulés en spirale, animés de mouvements de rotation discontinus autour de l'axe et de mouvements de flexion sur l'axe.

Les Spirochètes sont colorables sur frottis par le Giemsa; l'aspect varie suivant l'origine du sang, et il n'apparaît pas qu'on puisse tirer des observations spirochétométriques des indications suffisantes pour établir avec certitude la véritable position systématique du parasite. Sur frottis de sang de chenille très infectée, les Spirochètes se présentent sous l'aspect de minces filaments enroulés mesurant 5 à 12 μ de long et 0,1 à 0,2 μ d'épaisseur; deux à sept spires sont visibles dont le pas mesure 1,5 μ en moyenne et la profondeur, 1 μ. Sur frottis de sang de chenille infectée *per cutem* depuis deux jours, les filaments sont plus allongés et les spires,

sensiblement plus rapprochées et moins profondes; on compte jusqu'à 13 spires dont la profondeur ne dépasse pas 0,5 μ et le pas 1 μ.

Le Spirochète de *P. brassicæ* se multiplie par division transversale; il s'allonge considérablement et la longueur totale peut atteindre 24 à 26 μ; il s'étire ensuite dans la région moyenne et se scinde en deux éléments dont les parties terminales, représentant vraisemblablement chacune un cil, sont constituées par un filament extrêmement ténu.

Les essais de culture en milieu liquide additionné de sang de chenille, n'ont donné aucun résultat positif. L'insuffisance de matériel n'a pas permis de poursuivre ces essais.

La fixation par le formol salé et l'imprégnation au nitrate d'argent suivant la méthode de Jahnel donne des résultats assez irréguliers : si les Spirochètes sont en effet assez bien mis en évidence en certains points des coupes, en d'autres, par contre, ils passent tout à fait inaperçus; la coloration suivant la méthode de Giemsa ne donne également que des résultats très insuffisants en raison de la ténuité des Spirochètes. Comme dans la plupart des septicémies bactériennes, les lésions cellulaires et tissulaires font totalement défaut. C'est dans le sang que se multiplient principalement les Spirochètes, mais on les observe aussi à l'intérieur des cellules hypodermiques et dans les espaces intercellulaires du tissu adipeux. Ils sont fortement phagocytés par les micronucléocytes et prennent un aspect souvent granuleux à l'intérieur de la couche cytoplasmique; on rencontre les Spirochètes et les grains qui en dérivent à l'intérieur de vacuoles arrondies qui apparaissent bientôt remplies de ces éléments et se présentent alors comme de petites masses chromatophiles. Les macronucléocytes et les œnocytoïdes ne participent pas à la réaction phagocytaire.

La spirochétose des Piérides n'est pas transmissible par la voie digestive. L'infection *per cutem* ne réussit pas toujours et, le plus souvent, la maladie occasionnée est compliquée d'infection bactérienne secondaire. Les vers à soie sont réfractaires à la spirochétose.

Dans l'impossibilité de rattacher à une espèce déjà décrite le Spirochète des Piérides, et en raison de son habitat et de ses caractères parasitaires assez particuliers, on est en droit de la considérer comme une espèce nouvelle à laquelle je propose de donner le nom de *Spirochæta pieridis*.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès, survenu le 26 mars 1940, de M. **Jules Schokalsky**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome 208 (premier semestre 1939) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Dysphylaxie hépatique et ictère grave colibacillaire*. Note (¹) de M. **Hyacinthe Vincent**.

L'inoculation expérimentale du *Bacillus coli*, par piqûres multiples faites dans le parenchyme hépatique du cobaye ou du lapin, amène, ainsi que je l'ai montré, la mort rapide, parfois presque foudroyante de ces animaux, avec envahissement intense du foie et du sang par cet agent pathogène (²). On observe des lésions histologiques considérables de l'organe.

Les mêmes effets et les mêmes altérations anatomiques peuvent être obtenus par l'inoculation de cinq à six gouttes de culture dans le bout

(¹) Séance du 22 avril 1940.

(²) H. Vincent, *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 477 et 1460.

central du canal cholédoque, chez le lapin, avec ou même sans ligature de ce canal.

Dans les deux cas on constate, après 18 heures, de l'abattement, la torpeur progressive, un amaigrissement aigu, du subictère, des urines albumineuses, riches en colibacilles (3). La mort survient après des convulsions violentes ou des contractures, parfois des cris (4). Il va sans dire que l'ictère est très prononcé lorsque le canal cholédoque a été ligaturé.

A l'autopsie, le foie est diminué de volume, tantôt uniformément jaune, tantôt parsemé d'une infinité de taches jaunes ayant les dimensions d'une tête d'épingle ou celles d'une lentille (5). Il existe des foyers hémorragiques sous-muqueux dans l'intestin, des épanchements sanguins dans le péricarde, le rein etc.

L'examen microscopique révèle une désintégration profonde du tissu hépatique, la destruction par morcellement ou nécrose des cellules et de leur noyau. A leur place, on ne trouve plus que des débris irréguliers grisâtres, mal colorés, des granulations graisseuses. Çà et là quelques noyaux très pâles. Au stade le plus avancé, les coupes ne montrent plus que des amas amorphes. Endothélium des canaux biliaires desquamé. Thromboses des artérioles. Innombrables bacilles répandus partout.

J'ai fait connaître, dans les expériences précitées, que si l'on vaccine préalablement le lapin contre le *B. coli*, l'inoculation ultérieure du même microbe dans le foie, suivant la même technique des piqûres multiples, amène encore la mort rapide de l'animal, avec pullulation du microbe dans le parenchyme et dans le sang. Dans ce cas particulier, le foie est de coloration rouge.

Or il importe de rappeler ici que ce que l'on appelle *ictère grave* en pathologie humaine est, en réalité, un syndrome pouvant être actionné par des agents infectieux divers. Mais, ainsi que je l'ai signalé autrefois, il existe, chez l'homme, des exemples d'infection primitive et généralisée du foie déterminée par le *Bacillus coli* (6). Nous venons de montrer qu'on peut

---

(3) Chez le lapin normal le *B. coli* ne se multiplie pas dans le rein ni dans l'urine en raison de la forte alcalinité de celle-ci.

(4) Les animaux ainsi inoculés peuvent être guéris par les injections de sérum anticolibacillaire, faites avant la phase finale de la maladie expérimentale.

(5) Cette lésion correspond à ce qu'on a appelé chez l'homme, les *taches de Hanot*.

(6) *Société de Biologie*, 5, 1893, p. 462. Hanot a fait la même constatation.

réaliser expérimentalement la même maladie chez les animaux de laboratoire. Chez l'homme comme chez le lapin, l'ictère grave (ou *atrophie jaune aiguë du foie*) affecte une symptomatologie, une évolution aiguë ou suraiguë, enfin un ensemble de lésions anatomiques et microscopiques identiques.

L'invasion soudaine et massive du foie, chez l'homme, sous une influence encore mal déterminée, présente un caractère de sévérité exceptionnelle, que le phénomène de *dysphylaxie hépatique* que nous avons décrit permet désormais d'interpréter rationnellement.

L'ictère grave colibacillaire constitue, en conséquence, une entité clinique, anatomo-pathologique et bactériologique entièrement distincte. *Cette maladie a son individualité propre* et mérite une place à part en nosologie médicale (7).

Les raisons qui commandent ce déficit défensif du foie en présence de certains agents pathogènes (auxquels il faut joindre, d'après mes recherches, le streptocoque) seront exposées dans une prochaine publication.

NOMINATIONS.

M. G. **Perrier** est désigné pour représenter l'Académie à la séance solennelle organisée au Grand Amphithéâtre de la Sorbonne, le 3 mai 1940, à l'occasion de la *Fête Nationale de la Pologne*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Louis Bounoure. *Continuité germinale et reproduction agame* (présenté par M. L. Bouvier).

---

(7) D'autres infections du foie, telles que la *spirochétose ictéro-hémorragique*, obéissent à la règle de la dysphylaxie hépatique : la spirochétose du foie donne lieu également à une forte mortalité. Celle-ci a été, à Paris, en 1939, de 72,5 pour 100 malades.

2° Louis Bounoure. *L'origine des cellules reproductrices et le problème de la lignée germinale*. Préface du Professeur P. Bouin (présenté par M. L. Bouvier).

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur un théorème de M. Gumbel.* Note de M. **Kai-Lai Chung**, présentée par M. Émile Borel.

Dans cette Note je me propose de donner une démonstration très simple du théorème suivant de M. Gumbel [1] et une généralisation de ce théorème.

Soient $E_1, E_2, \ldots, E_n$ n événements quelconques et soient

$$p(\nu_1, \nu_2, \ldots \nu_k) \; (1 \leqq k \leqq n;\; 1 \leqq \nu_1 < \nu_2 < \ldots < \nu_k \leqq n)$$

les probabilités de l'existence d'au moins un événement parmi les k événements $E_{\nu_1}, E_{\nu_2}, \ldots, E_{\nu_k}$. Alors on a

$$p(1, 2, \ldots, n) \leqq \frac{\Sigma p(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k)}{C_{n-1}^{k-1}}. \tag{1}$$

Désignons par p_{ν_1} la probabilité de l'existence de l'événement E_{ν_1}; par $p_{\nu'_1\nu_2}$ la probabilité de l'existence de l'événement E_{ν_2} et la non-existence simultanée de l'événement E_{ν_1}; et en général par $p_{\nu'_1\nu'_2\ldots\nu'_{i-1}\nu_i}$ la probabilité de l'existence de l'événement E_{ν_i} et la non-existence simultanée de tous les événements $E_{\nu_1}, E_{\nu_2}, \ldots, E_{\nu_{i-1}}$. Alors on a

$$p(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k) = p_{\nu_1} + p_{\nu'_1\nu_2} + p_{\nu'_1\nu'_2\nu_3} + \ldots + p_{\nu'_1\nu'_2\ldots\nu'_{i-1}\nu_i},$$

égalité qui se réduit au principe des probabilités totales lorsque les événements s'excluent mutuellement. Il s'ensuit que l'inégalité (1) s'écrit

$$\begin{aligned} &C_{n-1}^{k-1}(p_1 + p_{1'2} + p_{1'2'3} + \ldots + p_{1'2'\ldots(n-1)'n}) \\ &\quad \leqq \Sigma(p_{\nu_1} + p_{\nu'_1\nu_2} + p_{\nu'_1\nu'_2\nu_3} + \ldots + p_{\nu'_1\nu'_2\ldots\nu'_{k-1}\nu_k}). \end{aligned} \tag{2}$$

Observons que, dans les deux membres de cette inégalité, le nombre des termes est le même, car $nC_{n-1}^{k-1} = kC_n^k$.

Pour établir l'inégalité (2), soit μ l'un des entiers $1, 2, \ldots, n$, et considérons dans (2) les termes de la forme

$$p_{\mu'_1\ldots\mu'_s\mu} \quad (0 \leqq s \leqq \mu - 1;\; \mu_1 < \ldots < \mu_s < \mu),$$

qui portent l'indice μ non accentué. Il est aisé de voir que le nombre

[1] *Comptes rendus*, 205, 1937, p. 774.

total τ_1 de ces termes dans le premier membre de (2) est égal au nombre total τ_2 de ces termes dans le second membre de (2). En effet, on a $\tau_1 = C_{n-1}^{k-1}$, tandis que τ_2 est égal au nombre total des combinaisons k à k $(a, b, \ldots, \mu, \ldots, l)$ des entiers $1, 2, \ldots, n$, qui comprennent l'entier μ, et ce nombre est C_{n-1}^{k-1}. Cela étant, désignons par σ_μ la somme de tous les termes de la forme $p_{\mu'_1 \ldots \mu'_s \mu}$ dans le second membre de (2). Or on a

$$p_{1'2'\ldots(\mu-1)'\mu} \leqq p_{\mu'_1\ldots\mu'_s\mu},$$

donc

$$\binom{n-1}{k-1} p_{1'2'\ldots(\mu-1)'\mu} \leqq \sigma\mu. \tag{3}$$

En ajoutant les inégalités (3) pour $\mu = 1, 2, \ldots, n$, nous obtenons l'inégalité (2). Le théorème de M. Gumbel est démontré.

D'après cette démonstration, il est évident que, dans l'inégalité (1), l'égalité n'a lieu que si les événements s'excluent mutuellement.

En raisonnant de la même manière, on voit que l'on a le théorème suivant qui généralise le théorème de Gumbel :

Théorème. — Soient $E_1, E_2, \ldots, E_n$ n événements quelconques et soient

$$p_m(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k) \; (1 \leqq m \leqq k;\; 1 \leqq k \leqq n;\; 1 \leqq \nu_1 < \nu_2 < \ldots < \nu_k \leqq n)$$

les probabilités pour l'existence d'au moins m événements parmi les k événements $E_{\nu_1}, E_{\nu_2}, \ldots, E_{\nu_k}$. Alors on a

$$p_m(1, 2, \ldots, n) \leqq \frac{1}{C_{n-m}^{k-m}} \sum p_m(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k),$$

où la sommation s'étend à toutes les combinaisons $(\nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_k)$ k à k des entiers $1, 2, \ldots, n$.

Le cas $m = 1$ donne le théorème de Gumbel.

ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES. — *Les itérations intégrales convergentes et leur application aux équations différentielles du premier ordre, algébriques en y et y'.* Note de M. **Edmond Lahaye**, présentée par M. Émile Borel.

Nous exposons des résultats obtenus dans l'étude des équations du premier ordre, algébriques en y et y'. Soient d'abord les équations

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P(x, y)}{Q(x, y)}; \tag{1}$$

P et Q étant des polynomes en y de degrés entiers respectifs p et q, dont les coefficients sont d'abord supposés analytiques. Dans le cas où $p \geqq q+2$ et après avoir posé $y = u : v$, nous substituons à (1) les relations

$$(2)\qquad \begin{cases} u = u_0 + \int_{x_0}^{x} \mathrm{C} v\, dx; \\ \mathrm{F}(u, v, x) = \mathrm{F}(u_0, v_0, x_0) + \int_{x_0}^{x} \mathrm{G}(u, v, x)\, dx; \end{cases}$$

où F et G sont des polynomes en u et v qui se déduisent aisément de P et Q; le système (2) fournit par dérivation (1). Soit $\bar{y}$ l'intégrale de (1) définie par les valeurs initiales ordinaires $y = y_0$, $x = x_0$. La ligne d'intégration L est supposée de longueur finie, mais aussi grande qu'on veut; elle évite les points critiques fixes. Nous posons encore $y_0 = u_0 : v_0$, et formons, à partir de (2), les relations successives

$$(3)\qquad \begin{cases} u_n = u_0 + \int_{x_0}^{x} \mathrm{C} v_{n-1}\, dx, \\ \mathrm{F}(u_n, v_n, x) = \mathrm{F}(u_0, v_0, x_0) + \int_{x_0}^{x} \mathrm{G}(u_{n-1}, v_{n-1}, x)\, dx; \end{cases}$$

v_n étant la racine qui se réduit à v_0 pour $x = x_0$.

Quelle que soit la racine choisie pour expression de v_n au delà des points où $[\partial \mathrm{F}(u_n, v_n, x)]/\partial v_n = 0$, nous obtenons le résultat suivant : *lorsque n tend vers l'infini, u_n et v_n convergent uniformément vers les fonctions $\bar{u}$ et $\bar{v}$ dont le rapport est $\bar{y}$, en tous points de* L *jusques et y compris le premier point critique mobile situé sur* L *ou*, si l'on déforme L en une ligne L′ qui évite les points critiques mobiles par des détours arbitrairement petits, *en tous les points de* L′.

Si $p < q+2$, les mêmes conclusions sont obtenues.

Pour le cas général des équations

$$(4)\qquad \Phi^{\star}(x, y, y') = 0,$$

où $\Phi^{\star}$ est un polynome en y et y', supposé d'abord analytique en x, d'autres considérations sont introduites. Soit $\bar{y}$ l'intégrale de (4) définie par les conditions supposées ordinaires

$$(5)\qquad y = y_0, \quad y' = y'_0, \quad x = x_0 \quad \text{et} \quad \Phi^{\star}(x_0, y_0, y'_0) \equiv \Phi^{\star}_0 = 0;$$

y'_0 étant donc racine de $\Phi^{\star} = 0$. Nous remplaçons (4) par l'une des

relations

$$(6)\qquad R(x, y) = R(x_0, y_0) + \int_{x_0}^{x} S(x, y)\,dx,$$

$$(7)\qquad \overline{R}(x, 1:y) = \overline{R}x_0, 1:y_0) + \int_{x_0}^{x} \overline{S}(x, 1:y)\,dx;$$

les fonctions algébriques S et $\overline{S}$ vérifient respectivement

$$(8)\qquad \Phi(x, y, S) = 0;$$

$$(9)\qquad \overline{\Phi}(x, 1:y, \overline{S}) = 0;$$

qui se déduisent, comme R et $\overline{R}$ qui sont des polynomes, très simplement de (4). Le choix de S et $\overline{S}$ est fixé par celui de y'_0. La dérivation soit de (6), soit de (7) fournit, en particulier, (4). Nous déduisons de (7) et (8) les relations successives

$$(10)\qquad R(x, y_n) = R(x_0, y_0) + \int_{x_0}^{x} S(x, y_{n-1})\,dx,$$

$$(11)\qquad \overline{R}(x, 1:y_n) = \overline{R}(x_0, 1:y_0) + \int_{x_0}^{x} \overline{S}(x, 1:y_{n-1})\,dx,$$

où y_n est calculée comme suit : soient ρ_y et ρ_ν des nombres donnés supérieurs à l'unité. Si, par exemple, $|y_0| < \rho_y$, nous utilisons (10), où nous choisissons pour y_n la racine qui se réduit à y_0 pour $x = x_0$, jusqu'au point x'_1 où $|y_n| = \rho_y$. En ce point $|1:y_n| < \rho_\nu$. Nous utilisons alors (11) pour calculer $1:y_n$ jusqu'au point x'_2 où $|1:y_n| = \rho_\nu$. En ce point $|y_n| = 1:\rho_\nu < \rho_y$. A partir de x'_2, nous reprenons (10) pour définir y_n, etc. Nous démontrons ainsi : *quelle que soit la racine choisie pour expression de y_n ou $1:y_n$, S ou $\overline{S}$ au delà des points où*

$$\frac{\partial R}{\partial y_n} = 0, \qquad \frac{\partial \overline{R}}{\partial (1:y_n)} = 0, \qquad \frac{\partial \Phi}{\partial S} = 0, \qquad \frac{\partial \overline{\Phi}}{\partial \overline{S}} = 0,$$

la fonction y_n, déduite de (10) *et* (11), *converge uniformément, lorsque n tend vers l'infini, vers l'intégrale $\overline{y}$ de* (4) *en tous points de* L *jusques et y compris le premier point critique rencontré ou en tous points de* L'.

Les relations (3), de même que (10) et (11), sont appelées des *itérations intégrales convergentes*.

Si (1) et (4) ne sont plus analytiques, les mêmes résultats sont obtenus jusqu'au premier point critique rencontré, x étant réel, en supposant que les coefficients sont continus et que certains admettent des dérivées

premières continues. Pour dépasser le premier point critique, il est nécessaire de faire une convention analogue à celle que l'on effectue dans le domaine analytique, en évitant un point critique par un détour arbitrairement petit.

La méthode des itérations intégrales convergentes, dans le cas où elle peut être appliquée, conduit ainsi à des propriétés plus profondes que celles des approximations successives de M. Picard.

MÉCANIQUE. — *Équilibres limites de certains milieux indéfinis dans le cas d'une courbe intrinsèque quelconque.* Note [1] de M. **André Charrueau**, présentée par M. Henri Villat.

Nous considérons des milieux pour lesquels il n'existe pas de relation entre les contraintes et les déformations. Nous supposons que la *courbe intrinsèque* Γ peut non seulement être formée de deux droites (hypothèse de Coulomb), mais aussi être *quelconque*.

Soit un massif indéfini, *non pesant*, limité par deux demi-plans P et P'. Sur P s'exerce une contrainte constante connue, et sur P' une contrainte constante à déterminer. Considérons un plan R, perpendiculaire à l'arête Δ du massif, en un point quelconque A de Δ. Soient α l'angle d'une demi-droite δ de R, passant par A, et d'une demi-droite fixe de R; N_r et N_α les composantes normales des contraintes sur un élément perpendiculaire à δ et sur un élément dont le plan passe par δ et Δ; T la composante tangentielle de ces contraintes. Cherchons les états d'équilibre *limite* tels que N_r, N_α et T soient des fonctions de α seul. Les équations d'équilibre sont :

$$\frac{dT}{d\alpha} + N_r - N_\alpha = 0, \tag{1}$$

$$\frac{dN_\alpha}{d\alpha} + 2T = 0. \tag{2}$$

L'équilibre étant supposé limite en tout point, on a, quel que soit α,

$$(N_r - N_\alpha)^2 + 4T^2 = 4f(N_r + N_\alpha), \tag{3}$$

où $f(N_r + N_\alpha)$ est une fonction de $(N_r + N_\alpha)$ déduite de Γ. Dérivant (3) par rapport à α et tenant compte de (1) et (2), on a

$$\frac{d(N_r + N_\alpha)}{d\alpha}\left[2\frac{df(N_r + N_\alpha)}{d(N_r + N_\alpha)} - (N_r - N_\alpha)\right] = 0. \tag{4}$$

---

[1] Séance du 22 avril 1940.

Toute solution de (1), (2), (3) doit donc être telle que

$$(5) \qquad N_r + N_\alpha = 2m, \text{ constante}$$

ou que

$$(6) \qquad 2\frac{df(N_r + N_\alpha)}{d(N_r + N_\alpha)} = N_r - N_\alpha.$$

A (5) correspond la solution générale dépendant de deux constantes arbitraires m et α_0

$$(7) \qquad N_r = m + \sqrt{f(2m)}\cos 2(\alpha + \alpha_0),$$

$$(8) \qquad N_\alpha = m - \sqrt{f(2m)}\cos 2(\alpha + \alpha_0),$$

$$(9) \qquad T = \quad -\sqrt{f(2m)}\sin 2(\alpha + \alpha_0).$$

Désignant par $y = \varphi(N)$ l'équation de la moitié supérieure de Γ, on voit que, à (6), correspond la solution singulière dépendant d'une seule constante arbitraire

$$(10) \qquad N_r = N_\alpha + 2\varphi(N_\alpha)\frac{d\varphi(N_\alpha)}{dN_\alpha},$$

$$(11) \qquad T = \pm\varphi(N_\alpha),$$

$$(12) \qquad \alpha = \mp\frac{1}{2}\int\frac{dN_\alpha}{\varphi(N_\alpha)}.$$

Dans la première solution le point (N_α, T) se déplace sur une circonférence fixe ayant son centre sur l'axe des N et tangente à Γ. Dans la deuxième solution, il se déplace sur Γ. Pour le cas particulier, où Γ est formée de deux *droites*, cette remarque a été faite déjà par M. Lang [2].

Grâce aux résultats précédents divers problèmes relatifs à des milieux supposés *non pesants* peuvent être résolus, pour Γ *quelconque*, d'une manière analogue à celle que M. Caquot a indiquée, dans le cas de l'hypothèse de Coulomb, pour le calcul des murs de soutènement et des fondations.

ÉLECTROCHIMIE. — *Constante de dissociation de l'acide azothydrique.* Note [1] de Mlle **Marguerite Quintin**, présentée par M. Jean Perrin.

L'étude des solutions d'acide azothydrique est importante du fait de l'existence probable de l'ion N_3^-. La constante apparente de dissociation de

([2]) *Annales des Ponts et Chaussées*, 32, juillet 1937, p. 59 à 88.

([1]) Séance du 22 avril 1940.

cet acide a été donnée incidemment par divers auteurs, les valeurs variant de $0,7.10^{-5}$ à $2,6.10^{-5}$ suivant la méthode utilisée; aussi m'a t-il paru intéressant de déterminer la constante vraie de dissociation directement et avec précision.

L'acide azothydrique est préparé par action de l'acide sulfurique sur une solution d'azoture de sodium, la pureté de ce dernier correspondant à 99,7 %.

Le dosage a été effectué de trois façons différentes :

1° gravimétriquement, en transformant l'acide en azoture d'argent puis en faisant passer celui-ci (qui déflagre au séchage) à l'état de chlorure d'argent;

2° volumétriquement, à l'aide d'une solution titrée de soude en présence de phénolphtaléine :

3° électrométriquement, en étudiant avec une électrode de verre la variation du pH par additions successives d'une solution titrée de soude et en déterminant le point d'équivalence de la courbe de titrage ainsi obtenue.

La deuxième méthode m'a donné dans les premiers essais, ceux-ci étant faits à l'air libre, des titres plus forts que les deux autres. La décomposition de la solution avec formation d'ammoniaque ne pouvait être invoquée. Les mesures répétées en vase clos, c'est-à-dire en supprimant toute évaporation, m'ont conduit au contraire à des résultats rigoureusement concordants avec ceux obtenus soit gravimétriquement, soit électrométriquement.

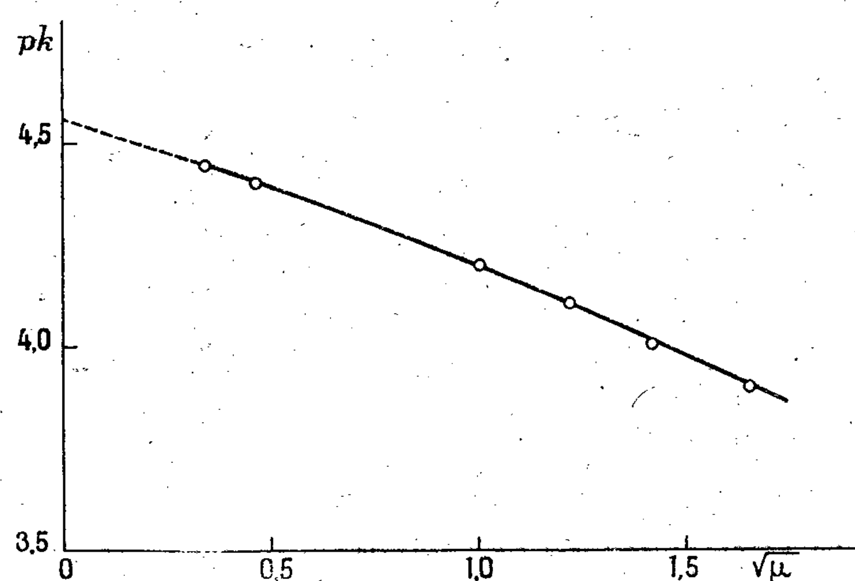
D'ailleurs, à condition de les conserver à l'obscurité en vase clos, sous azote et à l'abri de toute poussière pouvant jouer un rôle catalytique les solutions d'acide azothydrique sont parfaitement stables. Les solutions de titres : 0,88 M, 0,75 M, 0,52 M, 0,22 M, 0,025 M, et 0,015 M sont restées identiques à elles-mêmes pendant 50 jours; la plus concentrée d'entre elles a accusé une diminution maximum de 0,03 unité de pH du 50e au 75e jour.

Afin d'obtenir la constante vraie d'équilibre de l'acide azothydrique, les courbes de titrage ont été déterminées électrométriquement à différentes forces ioniques, en additionnant des solutions d'acide de quantités diverses de chlorure de potassium.

Les résultats obtenus à 20° sont résumés dans le tableau ci-dessous.

N_3H. (mol-g/litre).	KCl. (mol-g/litre).	$\sqrt{\mu}$.	*pk*.
0,374	1	1,65	3,9
0,0094	1	1,42	4,0
0,0748	0	1,22	4,1
0,0094	0,5	1,01	4,2
0,0094	0,1	0,47	4,4
0,0094	0,05	0,34	4,45

Si l'on représente les variations de *pk* en fonction de la racine carrée de la force ionique [2] ($\sqrt{\mu}$), on obtient une courbe dont les trois derniers points sont en ligne droite; en prolongeant celle-ci jusqu'à l'axe des



ordonnées, on détermine la valeur de la constante vraie K de dissociation [3]; on a ainsi pK = 4,55, d'où $K = 2{,}8 . 10^{-5}$. La pente de cette droite est d'ailleurs conforme à celle que l'on peut prévoir théoriquement. En effet $K = kf_{N_3^-}$, $f_{N_3^-}$ désignant le coefficient d'activité de l'ion N_3^- dans la solution de force ionique μ. A la limite, c'est-à-dire pour les forces ioniques faibles, on a, d'après la théorie de Debye et Hückel,

$$\log f_{N_3^-} = -0{,}35\sqrt{\mu}.$$

Par conséquent $pk = pK - 0{,}35\sqrt{\mu}$, ce qui est vérifié pour la portion rectiligne de la courbe.

En résumé, l'acide azothydrique est un acide moyennement faible dont la constante de dissociation est nettement supérieure à celle de l'acide acétique.

---

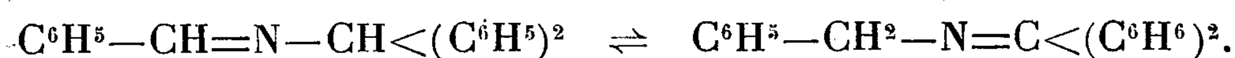
(2) L'acide azothydrique n'est pas entièrement dissocié; les valeurs indiquées ici pour la force ionique sont trop grandes, ce qui n'est d'ailleurs sensible que pour la première et la troisième mesure.

(3) H. T. S. Britton et R. A. Robinson, *Trans. Farad. Soc.*, **28**, 1932, p. 531, ont trouvé $K = 1{,}7 . 10^{-5}$ et W. S. Hugues, *J. Chem. Soc.*, 1928, p. 491, a calculé $K = 2{,}6 . 10^{-5}$.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Étude sur l'isomérie des bases de Schiff, benzylidène-benzhydrylamine et benzhydrylidène-benzylamine.* Note [1] de MM. **Raphaël Candel-Vila** et **Roger Cantarel**, présentée par M. Charles Mauguin.

Sous l'action d'agents catalyseurs convenables, certaines bases de Schiff peuvent donner lieu à une transposition moléculaire [2]; nous nous sommes proposé de rechercher l'influence de cette modification de la structure interne de la molécule sur les caractères cristallographiques de ces corps.

Cette première étude est relative à l'isomérie benzylidène-benzhydrylamine $\rightleftharpoons$ benzhydrylidène-benzylamine [3] :



$$C^6H^5{-}CH{=}N{-}CH{<}(C^6H^5)^2 \rightleftharpoons C^6H^5{-}CH^2{-}N{=}C{<}(C^6H^5)^2.$$

Benzylidène-benzhydrylamine $C^6H^5{-}CH{=}N{-}CH{<}(C^6H^5)^2$. — Les cristaux de cette substance appartiennent à la classe prismatique (holoédrie) du système *monoclinique*, avec les constantes

$$a:b:c = 1,9466:1:2,3545, \qquad \beta = 108^\circ 33'.$$

Ils ont un clivage parfait suivant g^1(010). Formés dans l'éther anhydre, ils sont allongés suivant l'axe [010] ou orthoaxe et présentent la combinaison de formes

Lévy	h^1	p	a^1	e^1	o^1	a^2
Miller	(100)	(001)	$(\bar{1}01)$	(011)	(101)	$(\bar{1}02)$

Ce sont parfois de véritables aiguilles, plus souvent des tables développées, soit suivant le pinacoïde basal p(001) (*fig.* 1), soit suivant le pinacoïde h^1(100).

Formés dans l'alcool absolu, ils ne se présentent jamais sous forme d'aiguilles; ils sont plus petits et plus riches en faces : il faut ajouter o^1(101) et $d^1 b^{1/3} g^{1/3}$(123), que nous représentons par x. Voici les coordon-

---

(1) Séance du 22 avril 1940.

(2) Turcan, *Bull. Soc. Chim.*, 51, 1932, p. 486; Ingold et Wilson, *J. Chem. Soc.*, 1933, p. 1501; R. Cantarel, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 480.

(3) R. Cantarel, *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 403.

nées sphériques de ces faces (azimut φ, colatitude ρ), déterminées au moyen d'un goniomètre théodolite Fedoroff-Goldschmidt :

		Angles mesurés.		Angles calculés.		Différences.	
Numéros.	Formes.	φ.	ρ.	φ.	ρ.	φ.	ρ.
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′
1.....	p (001)	90.00	18.32	90.00	18.33	0.00	−0.01
2.....	o^1 (101)	90.00	58.05	90.00	58.11	0.00	−0.06
3.....	h^1 (100)	90.00	90.00	90.00	90.00	0.00	0.00
4.....	a^1 $(\bar{1}01)$	270.00	43.07	270.00	43.14	0.00	−0.07
5.....	a^2 $(\bar{1}02)$	270.00	17.04	270.00	16.59	0.00	+0.05
6.....	e^1 (011)	8.18	67.19	8.07	67.12	+0.11	+0.05
7.....	x (123)	25.50	60.25	25.53	60.11	−0.03	+0.14

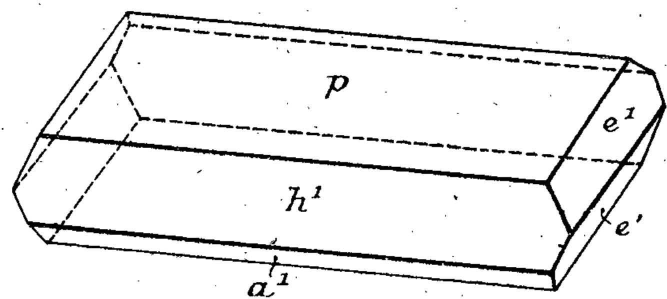


Fig. 1. — Benzylidène-benzhydrylamine.

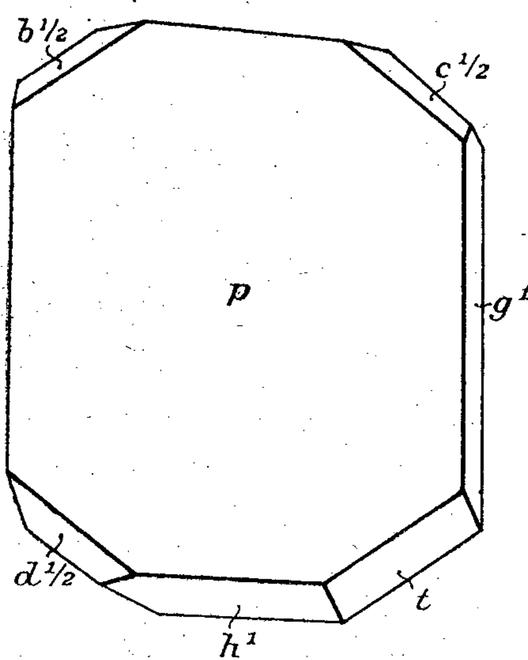


Fig. 2. — Benzhydrylidène-benzylamine.

Benzhydrylidène-benzylamine $C^6H^5—CH^2—N=C<(C^6H^5)^2$. — Cette substance, isomère de la benzylidène-benzhydrylamine, cristallise dans le système *triclinique*, avec les paramètres

$$a:b:c = 0{,}76802 : 1 : 0{,}94398, \quad \alpha = 95°47', \quad \beta = 96°46', \quad \gamma = 84°50'.$$

Les cristaux obtenus, soit dans l'alcool absolu, soit dans l'éther, présentent la combinaison de formes

Lévy	h^1.	g^1.	p.	t.	g^2.	$f^{\frac{1}{2}}$.	$d^{\frac{1}{2}}$.	$c^{\frac{1}{2}}$.	$b^{\frac{1}{2}}$.
Miller	(100)	(010)	(001)	$(\bar{1}10)$	(130)	(111)	$(1\bar{1}1)$	$(\bar{1}11)$	$(\bar{1}\bar{1}1)$

Ils offrent souvent un faciès pseudo-hexagonal avec un développement fréquent du pinacoïde basal p(001) (*fig.* 2), plus rarement du pinacoïde h^1(100).

Voici le tableau des angles φ et ρ mesurés sur l'un de ces cristaux; les formes signalées avec un astérisque nous ont servi à calculer les paramètres par les formules de M. Ancheles ([4]).

N°.	Formes.	Angles mesurés. φ.	ρ.	Angles calculés. φ.	ρ.	Différences. φ.	ρ.
1....	h^1(100)	*94°32′	90°00′	–	–	–	–
2....	g^1(010)	* 0.00	»	–	–	–	–
3....	p (001)	*52.08	8.33	–	–	–	–
4....	t (110)	55.24	90.00	55°29′,5	90°00′	–0°04′,5	0°00′
5....	g^2(130)	23.15	»	23.20	»	–0.05	»
6....	$f^{1/2}$(111)	*55.07	58.50	–	–	–	–
7....	$d^{1/2}$(1$\bar{1}$1)	125.12	58.55	125.05	58.54	+0.07	+0.01
8....	$b^{1/2}$($\bar{1}\bar{1}$1)	235.49	53.23	235.57	53.29	–0.08	–0.06
9....	$c^{1/2}$($\bar{1}$11)	315.29	57.53	315.35	57.58,5	–0.06	–0.05,5

Ces premiers résultats font apparaître que la transposition moléculaire étudiée provoque une modification profonde dans le système cristallin; l'analyse cristallographique permet d'identifier avec certitude chacune des deux formes isomères. D'autres cas d'isomérie analogues sont à l'étude.

HYDROLOGIE. — *Quelques données sur les eaux du massif calcaire de l'Ouarsenis (Algérie).* Note de M. LÉON CALEMBERT.

J'ai exposé ([1]) les résultats de l'étude stratigraphique et tectonique du massif culminant de l'Ouarsenis. La présente Note signale quelques aspects intéressants de son étude hydrogéologique.

La région comporte des réservoirs aquifères isolés coïncidant avec les grandes unités tectoniques : Rokba el Atba, Sra Abd el Kader, Sidi Amar, Belkairet. Comme partout dans le Tell, une érosion ancienne, extrêmement active, s'est manifestée et a dégagé les masses calcaires en délavant les schistes et les marnes. En même temps, le réseau hydrographique s'est enfoui progressivement. Bien que la pluviométrie soit relativement élevée, 600 à 800^{mm} de chute annuelle et que les roches liasiques à perméabilité de

([4]) Cf. A. K. BOLDYREV, *Cristalografia* (traduction espagnole de R. Candel-Vila), 1934, p. 134.

([1]) *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 417 à 420.

fissures et de chenaux de dissolution déterminent une surface de l'ordre de 15 à 20 km², il ne faut donc pas s'étonner que les sources n'aient pas de gros débits et qu'elles soient rarement pérennes. Le niveau hydrostatique des différentes nappes demeure généralement au-dessous du niveau atteint par les marno-schistes ou la carapace des contreforts : c'est donc avant tout le fait du relief et de l'agencement des roches, souvent fort redressées, qui, sauf drainage naturel des nappes par des failles, limite les exutoires aux seules sources de déversement.

Les résultats d'analyses de 15 venues d'eau dispersées dans le massif figurent au tableau ci-dessous. Pour les rendre facilement comparables entre eux, je les ai exprimés en millivalences [2].

Provenances.	Résidu sec.	m CO^3.	m SO^4.	m Cl.	Σ_a	m Ca.	m Mg.	(mNa) (*).	E.	Th.	Ta.
Travers-bancs de Belkairet 996.	694,0	3,42	5,68	1,13	10,23	7,02	1,83	(1,38)	67,83	44,25	17,10
Aïn Naïmin	581,0	8,35	1,43	0,91	10,69	6,24	3,35	(1,10)	54,34	47,95	41,75
Aïn Mora	519,0	5,92	2,12	0,60	8,64	6,26	2,06	(0,32)	60,06	41,60	29,60
Fontaine des Voltigeurs	395,4	6,39	0,46	0,55	7,40	4,58	2,38	(0,44)	53,43	34,80	31,95
Aïn Rokba	368,4	4,78	1,18	0 53	6,49	4,14	1,88	(0,47)	56,76	30,10	23,90
Source de la Poterie	361,0	4,71	0,78	0,68	6,17	3,94	1,80	(0,43)	58,50	28,70	23,55
Aïn Atba	347,4	4,53	0,95	0,40	5,88	4,52	1,23	(0,13)	59,08	28,75	22,65
Aïn Bou Abdous	288,0	4,64	0,29	0,40	5,33	4,34	0,54	(0,45)	54,03	24,40	23,20
Aïn Bou Caïd	229,4	3,42	0,14	0,40	3,96	3,06	0,72	(0,18)	57,92	18,90	17,10
Source du Bassin	223,0	3,57	0,22	0,40	4,19	3,24	0,55	(0,40)	53,22	18,95	17,85
Aïn Kahala	200,0	2,57	0,60	0,35	3,52	2,9	0,46	(0,16)	56,81	16,80	12,85
Aïn Sour	177,0	2,75	0,17	0,40	3,32	2,54	0,45	(0,33)	53,61	14,95	13,75
Aïn Belkairet	175,0	2,07	0,26	0,35	2,68	2,20	0,41	(0,07)	65,29	13,05	10,35
Aïn Seban	168,4	2,64	0,13	0,33	3,10	2,18	0,70	(0,22)	54,32	14,40	13,20
Aïn Tolba	150,4	2,21	0,20	0,38	2,79	1,98	0,39	(0,42)	53,90	11,85	11,05

(*) Éléments calculés.

Les eaux étudiées ont des résidus secs compris entre 150 et 700 mg/l. et leurs faibles charges démontrent qu'elles proviennent quasi directement des grandes masses calcaires. Il est remarquable que dans un rayon aussi restreint, une augmentation importante de la charge indique immédiatement une différence dans le site géologique. L'Aïn bou Abdous, la Fontaine des Voltigeurs et l'Aïn Naïmin sont des exutoires éloignés du réservoir liasique auquel elles doivent leur existence : la circulation souter-

(2) J. DELÉCOURT, *Bull. Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrol.*, 48, 1938, p. 649.

raine dans les sédiments marno-calcaires ou marno-schisteux est plus longue et plus effective. L'Aïn Atba, la Source de la Poterie, l'Aïn Rokba correspondent à un accident tectonique du type des extrusions et les eaux circulent dans la zone de dérangement qui entoure le noyau calcaire enchâssé dans le Flysch albo-aptien. L'Aïn Mora, l'eau du travers-bancs de Belkairet, délavent des roches triasiques; le degré de sulfatation proportionnellement beaucoup plus élevé en est un autre indice.

Les autres eaux de l'Ouarsenis, même celle des *sources tectoniques* proprement dites, sont parmi les plus pures de l'Afrique du Nord. Il est d'autant plus intéressant de relever que les légères particularités de certaines d'entre elles soulignent des particularités tectoniques. Les caractères communs de l'Aïn Rokba, de l'Aïn Atba et de la Source de la Poterie, relevant du chaînon anticlinal Rokba et Atba Sra A. e. K. les différencient nettement soit de l'Aïn Tolba exutoire d'une nappe perchée au sommet du Grand Pic, soit de l'Aïn Belkaïret, de l'Aïn Sour ou de l'Aïn Seban, dépendant des écailles superposées de Sidi Amar et de Belkairet.

La chloruration et les teneurs en Na sont trop faibles par rapport au résidu sec total pour que des variations puissent être enregistrées et leurs causes recherchées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le bourgeonnement du tissu cambial d'*Ulmus campestris, *cultivé* in vitro. Note de M. **Roger Gautheret**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons déjà signalé la formation de bourgeons sur des fragments de tissu cambial cultivés *in vitro* (¹). Dans le but de préciser les conditions dans lesquelles s'opère ce bourgeonnement nous avons repris cette étude en nous adressant au tissu cambial d'Orme, cultivé suivant notre technique bien connue.

Si l'on dispose à la lumière des fragments de tissus cultivés à la surface d'un milieu renfermant 2 % de glucose, ceux-ci produisent au bout de 15 jours sur la face opposée au substratum de petits bourgeons bien verts qui évoluent par la suite en tiges feuillées. Des bourgeons se forment également à l'obscurité, mais il sont moins nombreux, demeurent minuscules

(¹) *Recherches sur la culture des tissus végétaux* (*Thèse de Sciences*, 1935). White a tout récemment signalé le même phénomène, sans préciser cependant les conditions dans lesquelles il se manifeste.

et n'évoluent pas en tiges feuillées. En l'absence de sucre la production de bourgeons est exceptionnelle même à la lumière.

Nous avons effectué de nombreuses expériences dans le but de préciser les rôles respectifs de la lumière et du sucre. Si l'on cultive des fragments de tissu cambial d'Orme à l'obscurité, dans un milieu dépourvu de sucre, il ne se forme pas de bourgeons. Si au bout de 10 jours on ajoute un sucre à ces cultures, des bourgeons se forment vers le 30e jour. Si l'on expose alors les fragments à la lumière ces bourgeons évoluent en tiges feuillées tandis qu'il s'en forme de nouveaux; dans d'autres expériences nous avons fait bourgeonner des fragments à la lumière, puis, nous les avons transportés du milieu sucré où ils se trouvaient sur un milieu minéral; certaines cultures étaient alors laissées à la lumière et d'autres mises à l'obscurité. A la lumière, les bourgeons continuèrent à se développer quoique lentement. A l'obscurité tout développement fut bloqué, même en présence de sucre.

Ces expériences, ainsi que d'autres effectuées dans des conditions différentes, montrent que le sucre agit particulièrement sur l'organisation des bourgeons tandis que la lumière influence surtout leur croissance.

Étudiant l'influence de la concentration du sucre sur le bourgeonnement, nous avons remarqué que l'action du glucose devient appréciable à partir d'une concentration de 0,1 %. La concentration de 1 % est optimale et provoque la formation de 3 bourgeons par cm² de tissu exposé à la lumière. A partir d'une concentration de 5 %, le glucose est toxique; il détermine des nécroses partielles tandis que le tissu resté vivant produit de magnifiques tiges feuillées. Enfin une solution de 10 % de glucose ne provoque aucun bourgeonnement mais tue les fragments en 20 jours.

Nous avons, dans les mêmes conditions, comparé l'action sur les cultures de cambium d'Orme de solutions isotoniques de divers sucres. Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus à la lumière.

Surface des tissus, 24 cm².

Sucre expérimenté.	%.	Nombre de bourgeons formés au bout de 17 jours.	30 jours.
Maltose	4	32	73
Saccharose	4	15	64
Fructose	2	16	59
Glucose	2	15	36
Galactose	2	14	16
Glycérol	1	4	10
Aucun		2	8
Mannitol	2	0	0
Mannose	2	mort rapide des tissus.	

On remarquera que le mannose est toxique et que le mannitol est inhibiteur; le glycérol n'agit que peu sur le bourgeonnement. A l'obscurité les résultats sont analogues, mais le nombre de bourgeons produits est plus faible. Nous avons ensuite précisé l'action des radiations lumineuses sur le bourgeonnement en exposant des cultures (sur 2 % de glucose) à la lumière d'une ampoule électrique de 500 W filtrée par différents écrans Wratten (les rayons infrarouges étaient éliminés par une cuve à eau, et des écrans spéciaux). L'énergie lumineuse était mesurée au moyen d'une pile thermoélectrique, étalonnée elle-même grâce à une lampe de Hefner. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Nombre de bourgeons formés en 24 jours sur une surface de 32 cm² de tissu cultivé en présence de 2 % de glucose.

	Énergie reçue par les cultures (cal-minute par cm²)		
Écran.	$0{,}66.10^{-3}$.	$1{,}32.10^{-3}$.	$2{,}64.10^{-3}$.
Vert, perméable entre 5000 et 6000...	5 (a)	10 (a)	Nombreux bourgeons
Bleu, » » 3500 et 5000...	2 (a)	21 (b)	
Rouge, » au-dessus de 6000....	6 (a)	61 (b)	

(a) bourgeons mal développés; (b) bourgeons bien développés.

Les conclusions suivantes ressortent de l'examen de ce tableau : le seuil d'action des radiations est compris entre $0{,}66.10^{-3}$ calorie-minute par centimètre carré et $1{,}32.10^{-3}$ calorie-minute par centimètre carré; les radiations les plus actives sont précisément celles qui sont le mieux absorbées par la chlorophylle. Lorsque l'intensité lumineuse est forte, toutes les radiations agissent également.

En résumé, nos recherches montrent que :

1° la présence d'un sucre dans le milieu détermine la formation de bourgeons; ceux-ci ne se développent en tiges que sous l'action de la lumière.

2° les radiations les plus actives vis-à-vis du bourgeonnement sont précisément celles absorbées par la chlorophylle.

GÉNÉTIQUE. — *Sur une analyse quantitative de la répartition des caractères spécifiques des parents, chez les hybrides interspécifiques réciproques de première génération.* (*Croisement* Gryllus campestris *L.* × Gr. bimaculatus *de Geer.*) Note de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

Pour l'étude des transmissions héréditaires des caractères dans les croisements interspécifiques, il n'a jamais été donné de moyens précis d'évaluation. Les résultats initiaux fournis par les méthodes biométriques, appliquées à l'analyse du croisement *Gr. campestris* × *Gr. bimaculatus* (1), laissaient prévoir qu'il serait possible d'évaluer, d'une manière quantitative, dans quelles proportions chacun des caractères spécifiques passe des parents aux hybrides. Mais la comparaison directe des valeurs moyennes des principaux caractères des quatre catégories de Grillons n'était pas possible. En effet ces moyennes, chez les hybrides, dépassent de beaucoup la grandeur des caractères des parents, fait dû au phénomène connu d'hétérosis. Il faut donc trouver, pour les hybrides, des valeurs moyennes théoriques qui permettent les comparaisons et les calculs. Pour cela ces moyennes doivent remplir deux conditions : 1° prises deux à deux, elles doivent satisfaire à la relation d'allométrie des divers indices de l'hybride; 2° elles doivent être intermédiaires entre les valeurs des caractères homologues des parents, comme sont intermédiaires, en leurs positions respectives, les deux lignes figuratives des hybrides. Alors seulement, suivant leur proximité de l'une ou de l'autre valeur des moyennes des caractères des parents, on pourra évaluer l'apport respectif de chacun de ceux-ci.

Pour ce faire, on choisit comme caractère-référence un caractère qui ne soit, ni un variant d'ordre spécifique, ni d'ordre sexuel, et dont la valeur moyenne varie numériquement le moins possible, à taille sensiblement égale, d'une espèce parente à l'autre. On calcule ensuite les limites entre lesquelles pourront osciller les valeurs moyennes théoriques des autres caractères, en fonction du caractère-référence choisi. Ces limites seront les ordonnées des points se trouvant à l'intersection des droites figuratives des hybrides avec les ordonnées correspondant aux valeurs moyennes des caractères-référence de chacun des parents. Elles seront égales à la valeur moyenne du caractère de l'hybride Y_H, divisée respectivement par $(X_H : X_B)^\alpha$,

(1) G. Cousin, *Arch. Zool. exp.*, 81, 1939, p. 285-316.

ou $(X_H : X_C)^\alpha$. Si la différence entre ces limites est égale à zéro, les moyennes théoriques des hybrides se trouveront sur l'ordonnée commune.

Finalement, on calculera les rapports entre ces valeurs limites des moyennes théoriques des hybrides (ou valeur unique, selon les cas) et les moyennes des caractères parentaux, en % du rapport entre ces moyennes parentales. Si, pour un hybride, la valeur ainsi calculée pour un caractère est égale à la valeur moyenne de ce caractère chez l'un des parents (du parent *campestris* par exemple) cette valeur sera évaluée comme étant 100 % *C* et 0 % *B*. Si la valeur calculée est la moyenne géométrique entre les valeurs moyennes des parents *C* et *B*, cette valeur sera considérée 50 % *C* et 50 % *B*. et ainsi de suite.

Le tableau suivant donne le résultat de ce calcul pour les principaux caractères des hybrides F_1 réciproques (*C* ♀ × *B* ♂) et (*B* ♀ × *C* ♂), sous forme de *coefficients d'hybridation* des caractères spécifiques, en % de l'influence prépondérante de l'une ou de l'autre espèce parente.

Caractères.	Hybrides ♀ *C* × ♂ *B*		Hybrides ♀ *B* × ♂ *C*	
	Mâles. %	Femelles. %	Mâles. %	Femelles. %
Fémur post.........	81 ± 6 *B*	54 *B*	97 ± 5 *B*	62,5 *C*
Tibia post..........	64 ± 3 *B*	59 *B*	53 ± 2 *B*	62 *C*
Ailes...............	87 *B*	93 *B*	99 ± 1 *B*	90 *B*
Élytres.............	62 ± 4 *C*	79 *B*	113 ± 3 *B*	67 *B*
Pronotum ant.......	70 ± 3 *B*	66 *B*	59 ± 3 *B*	59 *B*
Tête larg...........	71 ± 2 *C*	61 *B*	62 ± 2 *B*	60 *B*
Tête haut..........	72 ± 2 *C*	60 *B*	63 ± 2 *B*	62 *B*
Tarière............	–	82 *B*	–	57 *B*

Les coefficients ont été calculés d'après les mensurations de 1499 individus. Ces résultats, qui ne doivent être encore considérés que comme une première approximation, sont déjà très significatifs : 1° Aucun des coefficients obtenus n'est en désaccord avec ce que montre l'observation directe; 2° Toutes les observations *de visu* se trouvent, non seulement confirmées, mais chiffrées (par exemple, les élytres des ♂ *BC*, qui paraissent démesurément longs, sont effectivement chiffrés 112 ± 3 % *B*); 3° Ces chiffres, par eux-mêmes, sont très expressifs. Dans les quatre catégories d'hybrides F_1, les ailes, estimées comme caractère dominant, sont en effet fortement apparentées aux ailes caudées de *Gr. bimaculatus*, mais le pourcentage varie avec le sens du croisement et avec le sexe; de même pour les caractères liés au sexe (dimensions de la tête), qui sont en effet apparentés au *campestris* chez *CB* ♂ et au *bimaculatus* chez *BC* ♂, mais seulement dans des proportions voisines de 72 % *C* pour *CB* et 63 % *B* pour *BC*; 4° Cette

méthode de calcul permet d'estimer la transmission de caractères passant chez les hybrides dans des proportions telles que, sans elle, l'œil ne peut les déceler; 5° Toutes les particularités de distribution des droites figuratives de tous les indices des hybrides, par rapport aux droites correspondantes des parents, se trouvent expliquées par les taux d'hybridation de chacun des caractères. Explication, par exemple, des singularités des indices concernant les pattes, où l'influence paternelle semblait jouer un rôle important, ce qui en réalité n'est pas.

Ces chiffres, exprimant les taux d'hybridation de caractères, basés sur les valeurs moyennes des caractères des parents et sur les coefficients d'allométrie des hybrides, se stabilisent avec l'augmentation du nombre des individus étudiés. De cette manière les taux de parenté des deux hybrides avec les deux espèces parentes sont évalués par un chiffre, qui peut avoir la valeur d'une caractéristique d'ordre général, au lieu d'être exprimés par une description. Il en résulte non seulement que, les caractéristiques héréditaires du croisement interspécifique sont précisées et permettent l'analyse et la comparaison de diverses hybridations, mais encore qu'on élimine tout ce que la description peut avoir de subjectif ou d'erroné, malgré d'attentives observations, souvent faussées par la variabilité fluctuante et par l'allométrie de taille des espèces et de leurs hybrides. Tous résultats qui, avec d'autres, pourront contribuer à éclairer les rôles respectifs des constituants nucléaires et cytoplasmiques dans les hybridations interspécifiques.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Variation en fonction du temps de la tension superficielle des solutions aqueuses de sérum en présence de bleu de méthylène.* Note (¹) de M. **Augustin Boutaric** et Mlle **Paulette Berthier**, présentée par M. Charles Achard.

Lorsqu'à une solution de bleu de méthylène, à 1ᵍ par litre, on ajoute une faible proportion d'un sérum sanguin (sérum de cheval), on constate que la tension superficielle du mélange ainsi obtenu, au lieu de diminuer en fonction du temps comme cela se produit pour les dilutions aqueuses de sérum, présente au contraire un accroissement progressif très net qui se

(¹) Séance du 22 avril 1940.

continue pendant une à deux heures puis devient de plus en plus lent et tend vers une limite.

Les expériences ont été conduites de la manière suivante : dans un flacon jaugé on introduisait v cm³ de sérum et l'on complétait le volume à 100cm³ avec la solution de bleu de méthylène; après agitation, on versait une fraction du liquide ainsi obtenu dans une petite cuve et l'on en suivait la tension superficielle en fonction du temps au moyen du tensiomètre à arrachement de Lecomte du Noüy. Le tableau ci-dessous donne, pour un certain nombre de valeurs de v, les tensions superficielles à divers temps t.

t.	4cm³.	8cm³.	20cm³.	50cm³.
2 min	49,1	49,1	47,0	47,7
10 »	50,2	49,5	47,2	48,1
15 »	50,6	49,8	47,5	48,7
30 »	51,5	50,6	49,4	48,9
45 »	56,1	51,5	49,9	49,2
1 h	57,8	54,2	50,1	49,5
1 h. 30 min	62,9	57,8	52,5	50,0

Afin de mieux préciser l'allure du phénomène, nous avons rassemblé, pour les diverses valeurs de v, les écarts $\gamma_1 - \gamma_0$ entre la tension superficielle γ_1 mesurée au bout d'une heure et la tension superficielle initiale γ_0 obtenue en prolongeant jusqu'à $t = 0$ la courbe qui représente γ en fonction de t.

v	4cm³.	8cm³.	20cm³.	50cm³.
$\gamma_1 - \gamma_0$	9,0	5,2	3,2	1,9

Le phénomène ainsi observé est principalement attribuable au bleu de méthylène, car pour le sérum étudié, aussi bien que pour ses solutions aqueuses, on n'observe qu'un accroissement de tension superficielle qui, au bout d'une heure, ne dépasse jamais 2 dynes ([2]).

Des expériences analogues ont été faites en remplaçant le bleu de méthylène par d'autres matières colorantes. Avec la benzopurpurine ou la fuchsine on n'observe aucune élévation de la tension superficielle en fonc-

---

([2]) Au cours d'expériences antérieures nous avons observé accidentellement, pour un sérum de bœuf ($v = 8^{cm^3}$), un accroissement de tension superficielle atteignant au bout d'une heure 32 dynes, alors que, pour une solution aqueuse, l'accroissement de tension superficielle, dans les mêmes conditions, était seulement de 3 dynes.

tion du temps attribuable à la présence de la matière colorante. Avec le rouge neutre on observe un très léger effet, l'accroissement de la tension superficielle dû à la présence de matière colorante étant au bout d'une heure de l'ordre de 2 dynes.

L'interprétation du phénomène observé paraît assez délicate. On pourrait songer à le rattacher au phénomène général si bien étudié par Lecomte du Noüy ([3]), d'après lequel l'addition d'une trace de substance tensio-active à une solution colloïdale quelconque détermine une chute brusque de tension superficielle immédiatement suivie d'une remontée plus ou moins importante, variable avec la concentration relative des corps en présence (phénomène de du Noüy). Cependant, étant donné que les faits que nous décrivons s'observent avec une netteté particulière en présence de bleu de méthylène, il semble peut-être plus indiqué de les rattacher à une action particulière de cette matière colorante qui, pour les plus faibles volumes de sérum, se traduit par la formation d'une véritable pellicule superficielle, nettement perceptible à l'observation visuelle.

BIOPHYSIQUE. — *Recherches sur le mode d'action des radiations sur les bactériophages*. Note ([1]) de MM. **Fernand Holweck**, **Salvatore Luria** et **Eugène Wollman**, présentée par M. Jean Perrin.

Lacassagne et Wollman ([2]) ont montré qu'il existe une relation entre la taille des bactériophages et leur radiosensibilité : celle-ci croît avec les dimensions assignées aux bactériophages par l'ultrafiltration et l'ultracentrifugation.

Nous avons entrepris une étude quantitative de ce phénomène. Nous apportons ici les résultats obtenus pour le bactériophage C_{16}, actif sur le bacille dysentérique Y_{6R} et dont le diamètre est de 50-75 mμ (ultrafiltration, Elford et Andrewes).

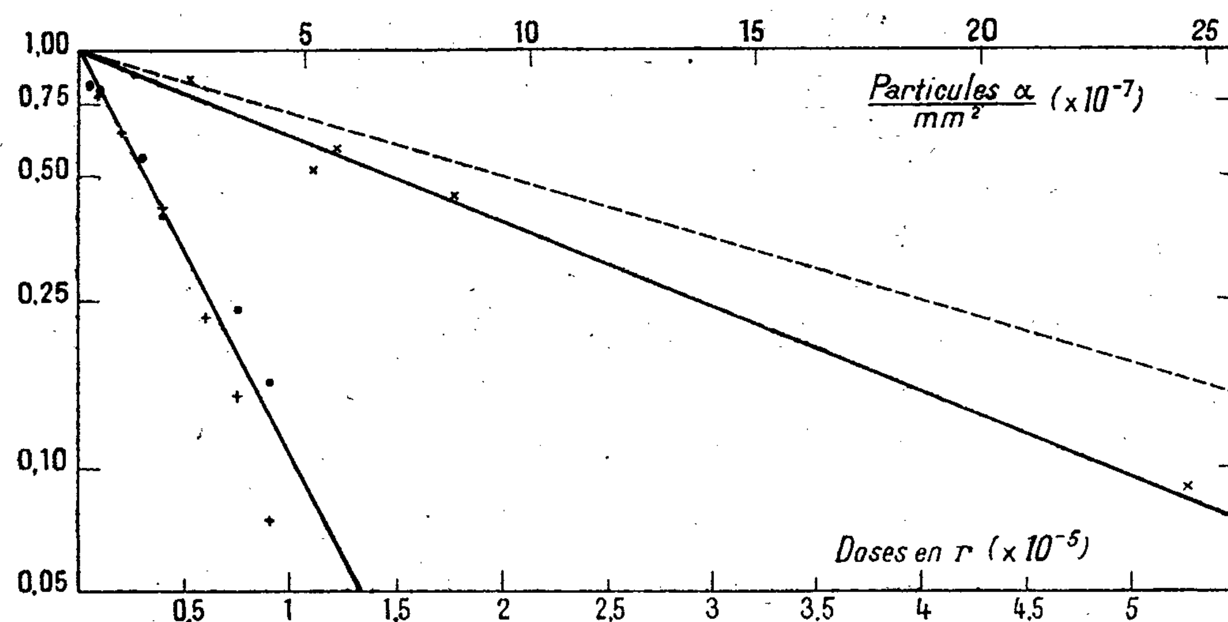
Les radiations étudiées sont 1° rayons X monochromatiques de 17 kV (raie Kα du Mo); 2° rayons X non monochromatiques (tension constante 200 kV, anticathode W, sans filtre); 3° particules α (radon + dépôt

([3]) *J. of Exp. Medic.*, 36, 1922, p. 115; *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 334.

([1]) Séance du 22 avril 1940.

([2]) *Ann. Inst. Past.*, 64, 1940, p. 5.

actif). Le bactériophage était irradié en bouillon après dilution, et l'action appréciée en dénombrant les plages produites sur gélose par des quantités égales d'échantillons témoins et irradiés. Pratiquement ceci revient à



● Rayons X 17 kV; + Rayons X 200 kV; × Radon (radiation totale); ---- particules α (calculée).

déterminer le nombre de corpuscules bactériophages actifs, chaque plage, dans les conditions de nos expériences, résultant de l'action d'un seul corpuscule [3].

On peut résumer comme suit les principaux résultats obtenus :

1° Pour toutes les radiations étudiées, la proportion de corpuscules actifs (N/N_0) diminue exponentiellement en fonction de la dose D de radiation. On a ainsi

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\sigma D}. \tag{1}$$

2° L'action des radiations est fonction de la dose $D = I.t$, et non de I (intensité) et t (durée d'irradiation) pris isolément.

3° Les doses de rayons X étant exprimées en unités r ($1 r = 2.10^9$ ions/cm³ produits dans l'air), des doses égales de rayons de 17 et de 200 kV ont la même action. Cette action n'est donc fonction que de l'énergie absorbée par unité de volume; elle est indépendante de la longueur d'onde des radiations.

4° Dans le cas des particules α, les doses [4] (mesurées en ions/cm³ et

---

[3] Luria, *Ann. Inst. Past.*, (sous presse).

[4] Calculées en admettant l'égalité d'action des rayons X et β.

exprimées en *r*) qu'il faut employer pour obtenir la même action sont environ 7 fois plus élevées que pour les rayons X.

Ces résultats peuvent s'interpréter de la façon suivante :

Un seul *choc* suffit pour inactiver un corpuscule bactériophage (courbe exponentielle). L'indépendance de la longueur d'onde dans le cas des rayons X signifie que ce choc correspond à un acte élémentaire d'ionisation (ionisation isolée ou petit groupe d'ions).

La formule (1) permet de calculer la valeur de σ. Si l'on exprime les doses en ions par unité de volume, σ représente le volume théorique (*volume d'action*) ([5]) dans lequel un ion doit être produit pour être actif. Ce volume d'action a un diamètre de 28 mμ dans le cas des rayons X, et de 15 mμ dans le cas des particules α. Si l'on exprime les doses en groupes de 2,2 ions en moyenne [Jordan ([6])], le diamètre est de 36 mμ pour les rayons X. La différence entre les volumes d'action calculés dans le cas des rayons X et dans celui des particules α montre (Jordan) que ces volumes ne sont pas de simples distributions de probabilité, mais correspondent à un *volume sensible* réellement existant : pour les radiations produisant une ionisation très dense la distance entre deux ions est plus petite que les dimensions du volume sensible, et une partie des ions reste inutilisée. Si d'ailleurs un acte élémentaire d'ionisation produit dans le volume sensible avait une probabilité p d'inactiver le corpuscule, le volume sensible serait $1/p$ fois plus grand que le volume d'action calculé pour les rayons X durs.

Dans le cas des particules α, on peut d'autre part admettre que le passage d'une particule à travers le volume sensible correspond à un choc actif. La section efficace pour l'inactivation d'un corpuscule, calculée en exprimant les doses en nombre de trajectoires α par unité de surface, aurait un rayon de 50 mμ environ. En tenant compte de la colonne d'ionisation produite par la particule α, et en lui attribuant (Jordan) un rayon de 20 mμ ([7]), on trouve pour le volume sensible un rayon de 30 mμ. Cette valeur concorderait avec les dimensions des corpuscules déterminées par ultrafiltration.

([5]) Les expressions *volume d'action* et *volume sensible* sont analogues aux expressions *cible* et *zone sensible*, employées premièrement par Holweck et Lacassagne (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 527).

([6]) *Phys. Zeits.*, 39, 1938, p. 345; *Arch. ges. Virusforsch.*, **1**, 1939, p. 1.

([7]) D'après des calculs récents (Fano) cette valeur paraît être trop grande.

Le problème du rapport qui existe entre les volumes sensibles et les dimensions réelles des bactériophages sera éclairci, nous l'espérons, par l'étude actuellement en cours de la radiosensibilité de bactériophages de taille différente.

Les résultats que nous venons d'exposer, superposables à ceux obtenus pour les radiomutations géniques de *Drosophyla* ([8]), montrent que l'inactivation d'un corpuscule bactériophage est un phénomène quantique élémentaire. Ce fait est en accord avec la conception d'après laquelle les bactériophages (de même que certains virus) seraient des macromolécules : l'inactivation correspondrait à une transition quantique d'une telle molécule.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets morphogènes d'un colorant vital, le vert lumière, sur* Strongylocentrotus lividus *et* Echinocardium cordatum. Note de M. **Georges Bohn** et Mme **Anna Drzewina**, présentée par M. Charles Pérez.

Nous avons indiqué ([1]) les modifications que subissent la forme et le squelette des pluteus de *Strongylocentrotus* lorsqu'on fait agir, à très faibles doses, sur de jeunes gastrulas certains colorants vitaux, le bleu de méthyle en particulier. Avec le vert lumière, qui est également un dérivé du triphénylméthane, nous avons obtenu des effets plus frappants encore. Mais, pour les faire apparaître, il faut intervenir à un stade précoce du développement.

Les œufs de *Strongylocentrotus*, placés 10 minutes environ après la fécondation, à la température de 20 à 24°, dans du vert lumière dilué au 15000e, au 20000e, et quelquefois même au 24000e, évoluent de façon en apparence normale jusqu'au stade gastrula. Mais, au delà, des déviations du type normal apparaissent, et vont s'accentuant. Au moment où les témoins présentent, de part et d'autre du plan de symétrie, deux petits spicules triradiés, point de départ du squelette typique du pluteus, on distingue, chez les gastrulas traitées au vert lumière, des concrétions calcaires en nombre variable, irrégulièrement dispersées sous l'épiderme,

---

([8]) Timofeeff-Ressovsky, Delbruck et Zimmer, *Göttinger Nachr.*, 6e série, 1, 1935, p. 189.

([1]) *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 246.

et dont la plupart affectent en grossissant des formes très variées, sans passer par la forme triradiée typique que prend habituellement un spicule au début.

Le fait constant, près de 100 %, est la multiplicité des centres de calcification et leur disposition non symétrique. Les pièces surnuméraires n'ont aucun rapport avec l'architecture générale du squelette du pluteus; elles subissent une calcification intense et sont souvent beaucoup plus épaisses que les baguettes du corps. Distribuées de façon quelconque, elles siègent de préférence vers la partie aborale : ce sont tantôt des blocs calcaires irréguliers, ou de longues barres transverses, ou des formes en massues, en fourches, en haches. D'ailleurs, les deux baguettes normales du corps sont parfois doublées sur toute leur longueur, ou même triplées, et abondamment garnies d'épines, de crochets ([2]). Comment expliquer cette hypercalcification intense? Il se peut que, normalement, l'épiderme exerce une action inhibitrice sur la calcification; sous l'effet du traitement, l'épiderme se trouverait lésé, ou sa perméabilité modifiée, et, l'inhibition étant de ce fait suspendue, une activation calcigène aurait libre cours.

Quoiqu'il en soit, la présence d'importantes pièces calcaires surnuméraires se répercute sur la configuration typique du pluteus, surtout quand elles se trouvent placées en travers du corps, au voisinage de la pointe virtuelle de celui-ci. Le pluteus alors est trapézoïde ou carré, les deux baguettes du corps s'écartant largement l'une de l'autre au lieu de converger vers la pointe; il arrive même que l'épiderme tendu au-dessus d'elles s'effondre plus ou moins profondément, d'où de curieux pluteus à deux sommets.

Chez l'*Echinocardium cordatum*, tout comme chez le *Strongylocentrotus*, le traitement sus-indiqué au vert lumière doit être appliqué de bonne heure, une dizaine de minutes après la fécondation, pour produire des effets particulièrement intéressants. Ainsi, à la Station Biologique de Roscoff, dans des lots fécondés le 4 juillet et traités aussitôt, nous avons constaté, le 7 juillet, la présence, parmi les pluteus à quatre bras, d'assez nombreux individus, environ 20 %, à cinq bras. Le bras supplémentaire, placé entre les deux bras latéraux, et soutenu comme ceux-ci par une large baguette calcaire ajourée, est un peu plus court, mais aussi brillamment pigmenté. On sait que, contrairement aux *Strongylocentrotus*, dont les pluteus n'ont jamais plus de deux paires de bras, les pluteus d'*Echinocar-*

([2]) Les figures paraîtront dans un Mémoire en préparation.

dium, après le stade à deux paires, en acquièrent successivement quatre autres, qui naissent par couples, de part et d'autre du plan de symétrie. La troisième paire, bras postéro-dorsaux, est constituée environ 10 jours après la fécondation. Mais, chez nos pluteus traités, il s'agit sans doute d'un bras surnuméraire, formé de très bonne heure et ayant pour point de départ un centre de calcification particulier qu'on n'observe pas dans les conditions normales.

On pourrait interpréter de la même façon le fait que voici. Les pluteus d'*Echinocardium*, remarquables par la beauté de leur forme et de leur couleur, présentent à la pointe du corps une sorte de tige, l'*aboral spike* des auteurs anglais, soutenue tout comme les bras par une baguette ajourée : c'est le *prolongement spatangoïde*. Il apparaît d'assez bonne heure et est unique. Or, chez les pluteus traités, dès le troisième jour après la fécondation nous avons observé de nombreux individus ayant, non point une, mais deux tiges aborales, de même aspect, situées le plus souvent dans le même plan, et quelquefois soudées sur une certaine longueur.

Ainsi une minime quantité d'un colorant, sans porter préjudice à la survie, modifie profondément la forme du corps et le squelette du pluteus, si caractéristiques pour les diverses espèces d'Oursins.

La séance est levée à 15h30m.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 15 mai au lieu du lundi 13.

Notice sur Jules Mikhaïlovitch Schokalsky, *Correspondant de l'Académie* par M. **Georges Perrier**.

Jules Mikhaïlovitch Schokalsky, mort le 26 mars 1940, était né le 5-17 octobre 1856 à Saint-Pétersbourg. Il passa son enfance dans une propriété du Gouvernement de Pskov, qui faisait partie du fameux *coin de Pouchkine*, encore plein de souvenirs de ce grand poète russe. Il y fit la connaissance du fils cadet de Pouchkine, Grégoire et, bien que plus jeune d'environ 17 ans, il devint son compagnon inséparable, lié avec lui par une inaltérable amitié. Ces étroites relations avec un homme supérieur et cette vie au grand air, entrecoupée d'expéditions de chasse dans une contrée qui, à cette époque, était encore presque à l'état vierge, développèrent chez J. Schokalsky un amour ardent de la nature.

Entré en 1874 à l'École navale de Saint-Pétersbourg, il en sortit Enseigne de Vaisseau le 1-14 mai 1877. Après avoir suivi les cours de l'Académie navale (Section d'Hydrographie) de septembre 1878 à octobre 1880, il travailla pendant deux ans à l'Observatoire physique central de Saint-Pétersbourg (dirigé par H. Wild) comme chef de la Section de Météorologie maritime. Après deux ans passés à l'Observatoire,

il devint Professeur de Mathématiques, de Navigation, d'Hydrographie, d'Océanographie et de Météorologie à l'École navale et occupa ce poste pendant 25 ans.

Les fonctions de Directeur de la Bibliothèque centrale de l'Amirauté, qu'il remplit de 1891 à 1907, lui servirent beaucoup pour sa carrière, car il eut ainsi à sa disposition une très riche collection d'œuvres scientifiques.

En 1910, il devint Professeur titulaire de Géographie physique, d'Océanographie et de Météorologie à l'École navale. Il termina sa carrière active comme officier général.

J. Schokalsky a joué un rôle particulièrement important à la Société russe de Géographie, où il fut successivement, depuis 1882, Secrétaire et Président de la Section de Géographie physique, Vice-Président, Président, enfin Membre et Président d'honneur de la Société.

J. Schokalsky fut plus spécialement attiré par l'étude des régions polaires. Ses travaux, publiés les uns en langue russe, les autres en langues étrangères, comprenaient déjà, il y a dix ans, plus de 390 ouvrages ou notices, nombre qui s'est sans cesse accru depuis, car jusqu'à ses derniers jours J. Schokalsky a continué à travailler avec acharnement, assisté d'une collaboratrice fidèle et dévouée, sa propre fille, à laquelle on doit également d'intéressantes contributions scientifiques.

Citons seulement les plus importantes des œuvres de J. Schokalsky : d'abord ses apports à la *Grande Encyclopédie russe*, comme *L'Océanographie et les Océans* (1890); *La Russie, son étendue, sa superficie, ses frontières, etc.* (1898); l'*Instruction pour l'étude des lacs au point de vue physico-géographique* (1905); *La superficie de la Russie d'Asie*, ouvrage commencé en collaboration avec le Général de Tillo, couronné en 1906 par l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg et honoré en 1911 du prix Tchihatchef, par l'Académie des Sciences de Paris; le *Grand Atlas* en langue russe de A. Marcs, contenant 62 cartes in-folio et 160 cartes supplémentaires, toutes rédigées par J. Schokalsky; *L'Océanographie*, ouvrage capital de 683 pages, paru en août 1917, honoré du premier prix de l'Académie des Sciences de Pétrograd, en 1919, et du prix Gay de l'Académie des Sciences de Paris, en 1923.

J. Schokalsky fut chargé d'importantes missions en Russie d'Europe et en Sibérie; il prit part à de nombreuses Conférences scientifiques internationales. Visitant les principaux Établissements cartographiques de l'Europe et des États-Unis, officiels et privés, il arriva ainsi à connaître à fond tous les procédés techniques d'impression et de publication.

En 1908, J. Schokalsky présenta au Congrès international de Navigation, tenu à Saint-Pétersbourg, un Rapport sur les conditions de sécurité de la Navigation et sur la rédaction des *Avis aux Navigateurs* et des *Instructions nautiques*, publiés par les différents Services hydrographiques, ainsi que sur l'établissement des cartes marines. Ce Rapport amena le Congrès à émettre le vœu que le Gouvernement russe convoquât la première Conférence internationale de Sécurité de la Navigation maritime. Elle fut réunie en mars 1912, à Saint-Pétersbourg, sous la présidence de J. Schokalsky, et aboutit à la création du Bureau hydrographique international de Monaco, en 1919, dont, en somme, J. Schokalsky fut ainsi le promoteur.

L'activité très variée de J. Schokalsky s'est donc exercée dans un domaine très étendu, la Géographie, la Navigation, l'Océanographie, l'Hydrographie et la Météorologie. Il toucha encore à bien d'autres sciences, par exemple à la Géodésie.

Il n'était pas sans avoir été très affecté des graves événements dont son pays avait été le théâtre pendant et depuis la dernière guerre. Sa situation s'en était trouvée diminuée, mais il avait toujours conservé une inaltérable confiance dans les destinées de sa Patrie. Il aimait beaucoup la France; un de ses plus grands plaisirs était d'y venir, plaisir qui lui fut parcimonieusement mesuré dans ses dernières années. Il accueillait toujours les savants français, ses collègues, voyageant en Russie, avec une inépuisable obligeance et une affectueuse sympathie. Nous n'oublierons jamais la manière dont nous fûmes reçu par lui à Léningrad et à Moscou en 1934, au moment de la célébration du 15[e] anniversaire du Service géodésique de l'U.R.S.S., coïncidant avec la 7[e] Conférence de la Commission géodésique baltique.

Deux des titres dont il était certainement le plus fier étaient celui de Correspondant du Bureau des Longitudes (1930) et de Correspondant de l'Académie des Sciences, dans la Section de Géographie et Navigation (1932). Il avait succédé, au Bureau des Longitudes comme à l'Académie, à G. Lecointe, l'ancien Directeur de l'Observatoire d'Uccle-Bruxelles, également spécialiste des questions polaires.

J. Schokalsky a été un travailleur acharné, laissant une œuvre considérable. Ceux d'entre nous qui l'ont connu au soir de sa vie garderont toujours fidèlement le souvenir de ce beau vieillard si éminemment sympathique, dont l'intelligence toujours alerte et l'activité sans cesse en éveil semblaient défier l'âge.

GÉOLOGIE. — *Le synchronisme des formations miocènes des deux côtés de l'Atlantique, d'après leur faune ichtyologique.* Note [1] de M. **Maurice Leriche.**

J'ai mis en parallèle [2] les formations éocènes des États-Unis et celles de l'Europe, d'après les caractères de leur faune ichtyologique; voici pour les formations miocènes.

La série du Chesapeake (Miocène du Delaware, du Maryland, de la Virginie et de la Caroline du Nord). — La série du Chesapeake comprend, de la base au sommet, les formations de Calvert, de Choptank, de Saint-Marys et de Yorktown. La formation de Duplin, dans la Caroline du Nord, est un facies de la formation de Yorktown, en Virginie.

La formation de Calvert renferme de nombreux restes de Poissons, surtout des dents de Squales. Sa faune ichtyologique est composée de *Squatina occidentalis* Eastm., *Myliobatis gigas* Cope, *Ætobatis arcuatus* Ag., *Notidanus primigenius* Ag., *Odontaspis acutissima* Ag., *O. cuspidata* Ag., *Oxyrhina hastalis* Ag., *Alopecias gigas* nov. sp., *Carcharodon megalodon* Ag., *Carcharias* (*Prionodon*) *Egertoni* Ag., *Sphyrna lævissima* Cope, *Galeocerdo aduncus* Ag., *Hemipristis serra* Ag. La grande majorité de ces espèces sont des formes du Miocène de l'Europe et de l'Afrique.

Ces mêmes espèces se retrouvent dans la formation de Choptank, où elles sont moins riches en individus, et y sont associées à une autre espèce du Miocène de l'Europe, *Oxyrhina retroflexa* Ag.

Comme dans le Burdigalien de l'Europe, la plupart de ces espèces restent, dans les formations de Calvert et de Choptank, relativement petites.

Les formations de Yorktown et de Duplin sont caractérisées surtout par la présence de *Carcharodon Rondeleti* Müller et Henle; elles correspondent à l'Anversien (= Sahélien) de la Belgique.

La formation de Saint-Marys correspondrait au Vindobonien.

Les Ashley Phosphate Beds *de la Caroline du Sud et la* Hawthorn formation *de la Floride.* — La plupart des restes de Poissons décrits jadis par Gibbes et par Leidy furent recueillis dans les *Ashley Phosphate Beds* de la Caroline du Sud, lesquels ont été longtemps une importante source de

(1) Séance du 22 avril 1940.

(2) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 589.

phosphate de chaux. Certains de ces dépôts résultent du brassage d'éléments, roches et fossiles, arrachés aux terrains tertiaires de la région. Parmi ceux-ci se trouve une formation, l'*Edisto marl*, qui fut longtemps considérée comme éocène, et que Dall reconnut, en 1894, pour appartenir au Miocène. C'est de cette formation, qui est rapportée par C.-W. Cooke à la *Hawthorn formation* de la Floride, et qui appartient au Miocène inférieur, que dérivent, en fin de compte, la plupart des restes de Poissons fossiles de la Caroline du Sud mis en œuvre par Gibbes et par Leidy. La grande majorité de ces restes se rapportent aux espèces miocènes de la série du Chesapeake et du Miocène de l'Europe. Ainsi disparaît l'anomalie que constituait la prétendue apparition, dès l'Éocène, en Caroline du Sud, d'espèces qui, dans le reste du monde, se montrent, pour la première fois, au début du Miocène.

La formation des *Ashley Phosphate Beds* contient des éléments de couches plus récentes que le Miocène, car, parmi les fossiles qu'elle a livrés et qui sont conservés au Musée de Washington, j'ai reconnu la présence du *Galeocerdo* actuel (*G. arcticus* Faber).

La faune ichtyologique de la *Hawthorn formation* est composée de la plupart des espèces miocènes de la Caroline du Sud et de la région du Chesapeake. Elle comprend aussi un représentant du genre tropical *Diodon* (*D. circumflexus* nov. sp.).

Le genre *Diodon* est inconnu dans le Miocène du Maryland et de la Virginie. Il apparaît, avec *D. vetus* Leidy, dans le Miocène de la Caroline du Nord et de la Caroline du Sud. On le retrouve, avec *D. circumflexus* nov. sp., dans le Miocène de la Floride. Sa répartition dans le Miocène de l'*Atlantic and Gulf Coastal Plain* révèle, dans l'hémisphère Nord, en Amérique comme en Europe, une extension de la faune tropicale plus grande à l'époque miocène qu'à l'époque actuelle.

NOMINATIONS.

M. G. **Perrier** est désigné pour représenter l'Académie à la Commémoration, par l'Institut de Coïmbra, de la *Fondation de la monarchie portugaise* en 1139, et à celle du *Rétablissement de l'indépendance du Portugal* en 1640, le 9 juin 1940.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Jean Lugeon. *Mémoire sur la méthode d'intégration des altitudes en Aérologie. Nivellement barométrique de précision.*

2° Pierre Drach. *Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés Décapodes* (présenté par M. Ch. Pérez).

ALGÈBRE. — *Sur le problème de Waring relatif à un polynome du troisième degré.* Note [1] de M. **Loo-Keng Hua**, présentée par M. Jacques Hadamard.

Soit

$$f(x)=\frac{a}{6}(x^3-x)+\frac{b}{2}(x^2-x)+cx+d \qquad [(a,\, b,\, c)=1,\ a>0],$$

où a, b, c et d sont des entiers.

Théorème 1. — *Tout entier suffisamment grand est la somme de huit valeurs de $f(x)$, $x\geqq 0$.*

Théorème 2. — *Presque tous les entiers sont des sommes de quatre valeurs de $f(x)$, $x\geqq 0$, où la valeur quatre est la meilleure possible.*

Cet énoncé a lieu sauf dans les deux cas exceptionnels suivants :

$$(1) \qquad f(x)\equiv 2(2a'+1)x^3+(2b'+1)x^2+2(2c'+1)x+d' \pmod{16}$$

et

$$(2) \qquad f(x)\equiv a''x^3+3b''x^2+3c''x+d' \pmod{9},$$

où $b''^2\equiv a''(b''+a'')$ (mod 3). Dans le premier cas exceptionnel presque tous les entiers sont des sommes de sept valeurs de $f(x)$, $x\geqq 0$, où la valeur sept est la meilleure possible. Si $f(x)$ vérifie la condition (2) mais ne vérifie pas la condition (1), alors presque tous les entiers sont des

(1) Séance du 15 avril 1940.

sommes de cinq valeurs de $f(x)$, $x \geqq 0$, où la valeur cinq est la meilleure possible.

La démonstration du théorème 2 est beaucoup plus difficile que celle du théorème 1. Les difficultés résident dans la considération des arcs majeurs, des arcs mineurs et des séries singulières. Ces difficultés sont respectivement surmontées en basant sur mon résultat relatif à une somme exponentielle ([2]) sur un lemme analogue à celui qui est dû à M. Davenport ([3]), et sur le lemme suivant :

Le nombre des solutions de

$$f(x_1)+f(x_2)+f(x_3)+f(x_4) \equiv n \qquad (\operatorname{mod} p)$$

est égal à $p^3 + O(p^2)$.

Ce lemme s'établit de la manière suivante : Évidemment le nombre des solutions de la congruence est égal à

$$\frac{1}{p}\sum_{h=1}^{p}\left\{\sum_{x=1}^{p} e_p[h f(x)]\right\}^4 e_p(-hn) = p^3 + O\left\{\frac{1}{p}\sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p[h f(x)]\right|^4\right\}$$

$$\left[e_p(x) = e^{\frac{2\pi i x}{p}}\right].$$

Donc il suffit de démontrer que

$$(1) \qquad \sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p[h f(x)]\right|^4 = O(p^3).$$

On peut supposer que $p \nmid a$, car autrement l'inégalité (1) s'ensuit directement de la considération des sommes de Gauss. On peut supposer, de plus, que $p > 3$. Il existe un entier δ tel que

$$f(x+\delta) = Ax^3 + Cx + D \qquad (\operatorname{mod} p).$$

Si $p \mid c$, le lemme résulte du fait bien connu que

$$\sum_{x=1}^{p} e_p(ax^3) = O(\sqrt{p}) \quad ({}^3).$$

([2]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 520.
([3]) *Acta Math.*, **71**, 1939, p. 123-143.

Supposons donc $p \nmid c$, alors

$$\sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p[hf(x)]\right|^4 = \sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p(hAx^3+hCx)\right|^4$$
$$= \sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p(hx^3+h\lambda x)\right|^4 \qquad (\lambda = CA^{-1}),$$
$$= \sum_{h'=1}^{p-1}\left|\sum_{x'=1}^{p} e_p(h'x'^3+\lambda h'\mu^{-2}x')\right|^4$$

pour tout entier μ relativement premier à p. Ainsi

$$\frac{p-1}{2}\sum_{h=1}^{p-1}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p[hf(x)]\right|^4 \leqq \sum_{a=1}^{p}\sum_{b=1}^{p}\left|\sum_{x=1}^{p} e_p(ax^3+bx)\right|^4$$
$$= p^2 \sum_{\substack{x_1^3+x_2^3\equiv y_1^3+y_2^3,\ (p)\\ x_1+x_2\equiv y_1+y_2}} 1 = O(p^4),$$

et le lemme est établi.

ALGÈBRE. — *Sur les limites de J.-J. Bret.*
Note de M. **Pierre Sergescu**, présentée par M. Paul Montel.

J.-J. Bret a établi en 1815 les deux théorèmes suivants [1] :

Soit l'équation

$$f(x) = a_0x^n + \ldots + a_{i-1}x^{n-i+1} - a_ix^{n-i} + a_{i+1}x^{n-i-1} + \ldots - a_jx^{n-j} + \ldots \pm a_n = 0$$

qui a ν coefficients négatifs $-a_i, -a_j, -a_k, \ldots, -a_s, -a_t$. On pose $\overset{+}{a}_\sigma = a_\sigma$ pour $\sigma \neq i, j, k, \ldots, s, t$ et $\overset{+}{a}_\sigma = 0$ pour $\sigma = i, j, k, \ldots, s, t$. La borne supérieure de chacune des suites (I) et (II), augmentée de l'unité, représente une limite supérieure des racines positives de $f(x) = 0$

$$\text{(I)} \qquad \frac{a_i}{\overset{+}{a}_0+\overset{+}{a}_1+\ldots+\overset{+}{a}_{i-1}}, \quad \frac{a_j}{\overset{+}{a}_0+\overset{+}{a}_1+\ldots+\overset{+}{a}_{j-1}}, \quad \ldots, \quad \frac{a_t}{\overset{+}{a}_0+\overset{+}{a}_1+\ldots+\overset{+}{a}_{t-1}};$$

$$\text{(II)} \qquad \sqrt[i]{\frac{a_i}{a_0}}, \quad \sqrt[j-1]{\frac{a_j}{a_0}}, \quad \ldots, \quad \sqrt[t-\nu+1]{\frac{a_t}{a_0}}.$$

[1] *Annales de Mathématiques*, 6, 1815, p. 112-122.

Malgré l'opinion contraire de N. Nielsen ([2]), le raisonnement de J.-J. Bret s'applique au cas général, en donnant la démonstration générale de son théorème. On suppose la limite cherchée supérieure à 1. En remplaçant un nombre convenable de fois x par $1+y$ dans les *polynomes sections* $g_1(x), \ldots, g_\nu(x)$ de $f(x)$ qui commencent par a_0x^n et se terminent respectivement par $-a_i x^{n-i}, \ldots, -a_t x^{n-t}$, on peut généraliser les résultats de Bret de la manière suivante :

Théorème I. — *La borne inférieure, augmentée de l'unité, de la suite des bornes supérieures des suites* $(L_1), \ldots, (L_i)$, *est une limite supérieure des racines positives de* $f(x)=0$:

$$(L_1)\qquad \frac{a_i}{\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{i-1}},\quad \frac{a_j}{\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{j-1}},\quad \ldots,\quad \frac{a_t}{\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{t-1}};$$

$$(L_2)\qquad \sqrt{\frac{a_i}{C^1_{i-1}\overset{+}{a}_0+C^1_{i-2}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^1_1\overset{+}{a}_{i-2}}},\quad \sqrt{\frac{a_j}{C^1_{j-1}\overset{+}{a}_0+C^1_{j-2}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^1_1\overset{+}{a}_{j-2}}},\quad \ldots;$$

$$(L_3)\qquad \sqrt[3]{\frac{a_i}{C^2_{i-1}\overset{+}{a}_0+C^2_{i-2}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^2_2\overset{+}{a}_{i-3}}},\quad \sqrt[3]{\frac{a_j}{C^2_{j-1}\overset{+}{a}_0+C^2_{j-2}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^2_2\overset{+}{a}_{j-3}}},\quad \ldots,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$(L_i)\qquad \sqrt[i]{\frac{a_i}{a_0}},\quad \sqrt[i]{\frac{a_j}{C^{i-1}_{j-1}\overset{+}{a}_0+C^{i-1}_{j-2}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^{i-1}_{i-1}\overset{+}{a}_{j-i}}},\quad \ldots.$$

Théorème II. — *La borne supérieure augmentée de l'unité, de la suite des bornes inférieures des suites* $(K_1), \ldots, (K_\nu)$, *est une limite supérieure des racines positives de* $f(x)=0$:

$$(K_1)\qquad \sqrt[i]{\frac{a_i}{a_0}},\quad \sqrt[i-1]{\frac{a_i}{C^1_i\overset{+}{a}_0+C^0_{i-1}\overset{+}{a}_1}},\quad \ldots,\quad \frac{a_i}{C^{i-1}_i\overset{+}{a}_0+C^{i-2}_{i-1}\overset{+}{a}_1+\ldots+C^0_1\overset{+}{a}_{i-1}},$$

$$(K_2)\qquad \sqrt[j-i]{\frac{a_j}{\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{i-1}}},\quad \sqrt[j-i-1]{\frac{a_j}{C^1_{j-i}(\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{i-1})+C^0_{j-i-1}\overset{+}{a}_{i+1}}},\quad \ldots,\quad \frac{a_j}{(j-i)(\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{i-1})+\ldots+\overset{+}{a}_{j-1}};$$

$$\ldots\ldots,\quad \ldots\ldots,\quad \ldots,\quad \ldots\ldots;$$

$$(K_\nu)\qquad \sqrt[t-s]{\frac{a_t}{\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{s-1}}},\quad \sqrt[t-s-1]{\frac{a_t}{C^1_{t-s}(\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{s-1})+C^0_{t-s-1}\overset{+}{a}_{s+1}}},\quad \ldots,\quad \frac{a_t}{(t-s)(\overset{+}{a}_0+\ldots+\overset{+}{a}_{s-1})+\ldots+\overset{+}{a}_{t-1}}.$$

Théorème III. — *Si les entiers* $p, q, r, \ldots, u$ *satisfont aux inégalités*

$$p\leqq i,\qquad p+q\leqq j,\qquad p+q+r\leqq k,\ \ldots,\ p+g+\ldots+u\leqq t,$$

([2]) *Géomètres français sous la Révolution*, Paris, 1929, p. 34-35.

la borne supérieure de la suite (S) *augmentée de l'unité est une limite supérieure des racines positives de l'équation* $f(x) = 0$:

$$(S) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sqrt[i-p+1]{\dfrac{a_i}{C_i^{p-1}\overset{+}{a}_0 + C_{i-1}^{p-2}\overset{+}{a}_1 + \ldots + C_{i-p+1}^{0}\overset{+}{a}_{p-1}}}, \\ \sqrt[j-p-q+1]{\dfrac{a_j}{C_{j-p}^{q-1}(\overset{+}{a}_0 + \ldots + \overset{+}{a}_p) + \ldots + C_{j-p-q+1}^{0}\overset{+}{a}_{p+q-1}}}, \quad \ldots \end{array} \right.$$

Pour simplifier les calculs dans la pratique, la suite (S) peut être remplacée par la suite majorante (S′)

$$(S') \quad \left\{ \begin{array}{l} \sqrt[i-p+1]{\dfrac{a_i}{\overset{+}{a}_0 + \ldots + \overset{+}{a}_{p-1}}}, \quad \sqrt[i-p-q+1]{\dfrac{a_j}{\overset{+}{a}_0 + \ldots + \overset{+}{a}_{p+q-1}}}, \\ \qquad \sqrt[i-p-q-r+1]{\dfrac{a_k}{\overset{+}{a}_0 + \ldots + \overset{+}{a}_{p+q+r-1}}}, \quad \ldots \end{array} \right.$$

En particulier, pour $p = i$, $q = j - i$, $r = k - j$, ..., la suite (S′) donne le théorème I de Bret; pour $p = q = r = \ldots = 1$, la suite (S′) donne le théorème II de Bret.

Observations de M. PAUL MONTEL *sur la Communication précédente.*

Les formules de J.-J. Bret et de M. P. Sergescu se rattachent à un principe général de détermination d'une limite supérieure des racines réelles d'une équation algébrique.

Soient $f(x)$, $P(x)$, $Q(x)$, $R(x)$ des polynomes dont le terme de plus haut degré a un coefficient positif; supposons que les inégalités

$$P(x) > 0, \qquad Q(x) > 0, \qquad R(x) > 0$$

entraînent

$$f(x) > 0;$$

si l_1, l_2, l_3 sont respectivement des limites supérieures des zéros réels de $P(x)$, $Q(x)$, $R(x)$, la plus grande de ces limites est une limite supérieure des zéros réels de $f(x)$.

Soit alors

$$f(x) = a_0 x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots + a_{i-1} x^{n-i+1} - a_i x^{n-i} + a_{i+1} x^{n-i+1} + \ldots \pm a_n,$$

les nombres a_p étant positifs ou nuls et les coefficients $-a_i$, $-a_j$, $-a_k$

($i < j < k$) étant seuls négatifs. Désignons par s_p la somme des coefficients positifs dont l'indice est inférieur à p.

Si l'on prend

$$\begin{aligned} P(x) &= s_0 x^i + a_1 x^{i-1} + \ldots + a_{i-1} x - a_i - s_i, \\ Q(x) &= s_i x^{j-i} + a_{i+1} x^{j-i-1} + \ldots + a_{j-1} x - a_j - s_j, \\ R(x) &= s_j x^{k-j} + a_{j+1} x^{k-j-1} + \ldots + a_{k-1} x - a_k - s_k, \end{aligned}$$

on obtient le premier théorème de J.-J. Bret, avec les limites classiques

$$l_1 = 1 + \frac{a_i}{s_i}, \qquad l_2 = 1 + \frac{a_j}{s_j}, \qquad l_3 = 1 + \frac{a_k}{s_k}.$$

Si l'on prend

$$\begin{aligned} P(x) &= a_0(x^i - x^{i-1}) - a_i, \\ Q(x) &= a_0(x^{j-1} - x^{j-2}) - a_j, \\ R(x) &= a_0(x^{k-2} - x^{k-3}) - a_k, \end{aligned}$$

on obtient le second théorème de J.-J. Bret.

Si l'on prend

$$\begin{aligned} P(x) &= (x-1)(a_0 x^{i-1} + a_1 x^{i-2} + \ldots + a_{i-1}) - a_i, \\ Q(x) &= (x-1)(a_0 x^{j-1} + a_1 x^{j-2} + \ldots + a_{i-1} x^{j-i} + a_{i+1} x^{j-i-1} + \ldots + a_{j-1}) - a_j, \\ R(x) &= (x-1)(a_0 x^{k-1} + a_1 x^{k-2} + \ldots + a_{i-1} x^{k-i} + a_{i+1} x^{k-i-1} + \ldots \\ &\qquad + a_{j-1} x^{k-j} + a_{j+1} x^{k-j-1} + \ldots + a_{k-1}) - a_k, \end{aligned}$$

on obtient la suite (L_2) de M. P. Sergescu etc.

Ces théorèmes s'obtiennent en prenant pour l_1, l_2, l_3 des limites *du même type*, mais cela n'est pas nécessaire. On obtiendrait d'autres propositions de même forme en prenant pour l_1, l_2, l_3 des limites de *types différents*.

GÉOMÉTRIE. — *Sur le nombre des plurisécantes et sur la classification des courbes gauches algébriques.* Note [1] de M. **Piazzolla-Beloch.**

Le problème général de la classification des courbes gauches algébriques, suivant un autre point de vue que celui des études précédentes sur le même sujet [2], peut aussi être fondé sur la considération de la nature et

---

[1] Séance du 1er mai 1939.

[2] V. G. Halphen, *Journal Éc. Polyt.*, 52, 1882, p. 1-200; *Œuvres*, 3, 1921, p. 261-455; M. Noether, *Abhand. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin*, 1882, *Math. Abh.*, p. 1-120; F. Severi, *Rend. R. Acc. Lincei*, 5e série, 24, 1915, p. 277-888 et 1011-1020.

du nombre des plurisécantes [3]. La présente Note s'occupe de cette question.

1. *Plurisécantes d'une courbe gauche algébrique d'ordre n.* — Le nombre des quadrisécantes d'une courbe gauche algébrique d'ordre n, avec h points doubles apparents, dépourvue de points singuliers, est donné, notamment, par la formule

$$x = \frac{1}{2} h(h-4n+11) - \frac{1}{24} n(n-2)(n-3)(n-13). \tag{1}$$

On peut observer que cette formule comprend implicitement aussi le nombre des plurisécantes d'une *multiplicité* supérieure à 4, car chaque plurisécante équivaut à un nombre bien déterminé de quadrisécantes, et, précisément, si m est la *multiplicité* de la plurisécante (c'est-à-dire le nombre des points où elle rencontre la courbe), elle équivaut à

$$\frac{m(m-1)(m-2)(m-3)}{1.2.3.4}$$

quadrisécantes (= expression des combinaisons de m points à quatre à quatre).

Cela posé, soit x_{n-1} le nombre des plurisécantes de *multiplicité* $n-1$, soit x_{n-2} le nombre des plurisécantes de *multiplicité* $n-2, \ldots,$ soit x_4 le nombre des quadrisécantes de la courbe d'ordre n, avec h points doubles apparents ($x_{n-1} \geqq 0$, $x_{n-2} \geqq 0, \ldots, x_4 \geqq 0$).

On obtient alors la formule

$$\begin{aligned} &\frac{(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)}{24} x_{n-1} \\ &+ \frac{(n-2)(n-3)(n-4)(n-5)}{24} x_{n-2} + \ldots + 15 x_6 + 5 x_5 + x_4 \\ &= \frac{1}{2} h(h-4n+11) - \frac{1}{24} n(n-2)(n-3)(n-13). \end{aligned} \tag{2}$$

Cette formule ne s'applique pas aux courbes qui possèdent un nombre infini de plurisécantes.

2. *Classification des courbes gauches algébriques d'ordre n* (suivant le nombre et la nature des plurisécantes qu'elles possèdent). — Pour chaque

---

[3] C'est ce que R. Sturm (*Math. Ann.*, 21, 1883, p. 457-515) fait pour les courbes situées sur les surfaces du troisième ordre, et c'est dans le même sens que je parle ici de *classification* et de *familles* de courbes. Les *familles* de courbes que j'indique sont naturellement des sous-familles de la classification de Halphen-Noether.

valeur de h (n étant donné), on écrira la formule (2), considérant comme inconnues $x_{n-1}, x_{n-2}, \ldots, x_5, x_4$. Déterminé toutes les solutions *entières* et *positives* de l'équation (2) ainsi obtenue, à chaque solution correspondra une *famille* de courbes d'ordre n avec h points doubles apparents (après avoir écarté les solutions arithmétiques qui sont géométriquement impossibles).

Par exemple, pour $n=7$ ($9 \leq h \leq 15$), on trouve que les solutions entières et positives de l'équation (2) sont les suivantes :

$n=7$,	$h=9$,	$(p=6)$.....	(nombre infini de quadrisécantes)
	$h=10$,	$(p=5)$.....	$x_4=0$
	$h=11$,	$(p=4)$.....	$x_4=2$
	$h=12$,	$(p=3)$.....	$\begin{cases} x_5=1, & x_4=0 \\ x_5=0, & x_4=5 \end{cases}$
	$h=13$,	$(p=2)$.....	$\begin{cases} x_5=1, & x_4=0 \\ x_5=0, & x_4=9 \end{cases}$
	$h=14$,	$(p=1)$.....	$\begin{cases} x_5=2, & x_4=4 \\ x_5=1, & x_4=9 \\ x_5=0, & x_4=14 \end{cases}$
	$h=15$,	$(p=0)$.....	$\begin{cases} x_6=1, & x_5=1, & x_4=0 \\ x_6=1, & x_5=0, & x_4=5 \\ [x_6=0, & x_5=4, & x_4=0] \\ [x_6=0, & x_5=3, & x_4=5] \\ x_6=0, & x_5=2, & x_4=10 \\ x_6=0, & x_5=1, & x_4=15 \\ x_6=0, & x_5=0, & x_4=20 \end{cases}$

On voit sans difficulté que les solutions

$$h=15,\ (p=0)\ldots \begin{cases} [x_6=0, & x_5=4, & x_4=0] \\ [x_6=0, & x_5=3, & x_4=5] \end{cases}$$

sont géométriquement impossibles.

Dans tous les autres cas, j'ai démontré que les courbes existent effectivement, en les déterminant comme intersections de deux surfaces algébriques. Ce procédé peut s'appliquer pour n quelconque. Pour chaque *famille* de courbes, on obtient aussi, bien définie, la courbe complémentaire d'intersection (irréductible ou réductible).

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Théorème sur les domaines invariants dans la représentation conforme*. Note [1] de M. **Julius Wolff**, présentée par M. Émile Borel.

La présente Note a pour but une généralisation d'un théorème précédemment démontré [2].

Soit $z_1(z) = z_1(x+iy)$ une fonction donnant la représentation conforme du demi-plan $D(x > 0)$ sur un domaine D_1 contenu dans D et dont la frontière est un arc de Jordan s'étendant à l'infini dans les deux directions $\arg z_1 \to \pm \pi/2$. Considérons les images D_n de D obtenues par les transformations itérées $z_1(z)$, $z_2(z) = z_1\{z_1(z)\}$, ... Soit N le continu commun à tous les D_n, $(n = 1, 2, \ldots)$.

Théorème. — *Si la dérivée à l'infini* λ *de* $z_1(z)$ *est entre* 0 *et* 1, *alors à tout nombre* ε *entre* 0 *et* $\pi/2$ *il correspond un nombre* R *tel que* N *contient le domaine* $|z| > R$, $|\arg z| < (\pi/2) - \varepsilon$.

Démonstration. — Soit $\psi(z) = \arg z - \arg z_1$. L'inégalité $\lambda > 0$ entraîne la convergence de l'intégrale sur l'axe imaginaire

$$(1) \qquad \int_{|t|>1} \frac{|\psi(ti)|}{|t|} |dt|.$$

Pour $z = x + iy$ dans D on a

$$(2) \qquad \psi(z) = \frac{x}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\psi(ti)}{x^2 + (t-y)^2} dt.$$

Si $|\arg z| < (\pi/2) - \varepsilon$ et si, en outre, $|z|$ est suffisamment grand, alors un certain nombre d'antécédents $z_{-1}, z_{-2}, \ldots, z_{-p}$ se trouvent dans l'angle $\arg | < (\pi/2) - (\varepsilon/2)$, et l'inégalité $\lambda < 1$ entraîne

$$x_{-k} > \mu x_{-k+1} \qquad (k = 1, 2, \ldots, p),$$

μ étant un nombre fixe plus grand que *un*. De (2) on tire que

$$(3) \qquad \arg z_{-n} - \arg z = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \psi(ti) \cdot \sum_{k=0}^{n-1} \frac{x_{-k}}{x_{-k}^2 + (t - y_{-k})^2} \cdot dt \qquad \text{pour } n = 1, \ldots, p.$$

---

[1] Séance du 29 avril 1940.

[2] *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1101.

Pour chaque valeur de t partageons les termes de la somme, figurant dans (3), en deux catégories : ceux pour lesquels $|z_{-k}| > |t|$ et $|z_{-k}| \leq |t|$ respectivement. La contribution de la première catégorie ne surpasse pas $M/|z| < 2M/(x + |t|)$, M fixe; si la seconde catégorie contient ν termes, alors $|t - y_{-k}| > m|t|$ ($k = 0, 1, \ldots, \nu - 1$), m positif et fixe. En posant $x_{-k} = t^2/\xi_k$, la contribution de la seconde catégorie ne surpasse pas

$$\sum_{k=0}^{\nu-1} \frac{\xi_k}{t^2 + m^2\xi_k^2} < \frac{G}{\xi_{\nu-1}} < \frac{G}{|t|}, \qquad G \text{ fixe.}$$

Donc

$$(4) \quad \left\{ |\arg z_{-n} - \arg z| < \frac{2M}{\pi} \int_{|t|<|z|} \left| \frac{|\psi(ti)|}{x + |t|} \right| dt| + \frac{2M + G}{\pi} \int_{|t| \geq |z|} \frac{|\psi(ti)|}{|t|} |dt| \right. \quad \text{pour } n = 1, \ldots, p.$$

Remarquons que, dans l'angle $|\arg| < (\pi/2) - (\varepsilon/2)$, tous les points assez éloignés sont dans D_1. En vertu de l'inégalité (4) et de la convergence de l'intégrale (1), l'inégalité

$$|\arg z_{-n} - \arg z| < \frac{\varepsilon}{4} \qquad (n = 1, \ldots, p)$$

est valable pourvu que z soit assez éloigné dans l'angle $|\arg| < (\pi/2) - \varepsilon$. Et alors tous les antécédents z_{-n}, qui se trouvent dans l'angle $|\arg| < (\pi/2) - (\varepsilon/2)$, se trouvent dans l'angle $|\arg| < (\pi/2) - (3\varepsilon/4)$; par conséquent z possède des antécédents de tous les ordres, ce qui démontre le théorème.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les réactions élastiques d'une dalle soumise à des forces cylindriques.* Note de M. **Pierre Despujols**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Nous avons montré (1) qu'une force verticale N appliquée sous une poutre horizontale d'épaisseur infinie produisait les déplacements

$$u = \frac{N}{\pi(\lambda + \mu)} \left[\frac{\lambda + \mu}{2\mu} \frac{xy}{r^2} + \frac{1}{2} \text{arc tang} \frac{y}{x} - \frac{\pi}{4} \right],$$

$$v = \frac{N}{\pi(\lambda + \mu)} \left[\frac{\lambda + \mu}{2\mu} \frac{y^2}{r^2} - \frac{\lambda + 2\mu}{2\mu} \log \frac{r}{r_0} \right].$$

(1) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 206.

Les forces élastiques correspondantes ont pour expressions

$$N_1 = -\frac{2N}{\pi}\frac{x^2y}{r^4}, \qquad N_2 = -\frac{2N}{\pi}\frac{y^3}{r^4}, \qquad T_3 = -\frac{2N}{\pi}\frac{xy^2}{r^4}.$$

On peut calculer de même les déplacements et les forces élastiques dus à une force extérieure horizontale T,

$$u = \frac{T}{\pi(\lambda+\mu)}\left[\frac{\lambda+\mu}{2\mu}\frac{x^2}{r^2} - \frac{\lambda+2\mu}{2\mu}\log\frac{r}{r_0}\right],$$

$$v = \frac{T}{\pi(\lambda+\mu)}\left[\frac{\lambda+\mu}{2\mu}\frac{xy}{r^2} + \frac{1}{2}\operatorname{arc\,tang}\frac{x}{y}\right];$$

$$N_1 = -\frac{2T}{\pi}\frac{x^3}{r^4}, \qquad N_2 = -\frac{2T}{\pi}\frac{xy^2}{r^4}, \qquad T_3 = -\frac{2T}{\pi}\frac{x^2y}{r^4}.$$

Une dalle indéfinie d'épaisseur e est soumise à des forces en équilibre statique. Considérons l'une d'elles, que nous supposons, pour fixer les idées, appliquée sous la face inférieure, à l'origine O des coordonnées. Soient N et T ses composantes normale et tangentielle.

Nous chercherons tout d'abord s'il existe un système de déplacements assurant l'équilibre élastique entre la force N et des forces exclusivement tangentielles, appliquées sur les faces de la dalle.

Répondent à cette condition, les déplacements que produiraient des forces équipollentes à N, en nombre illimité, appliquées le long de la verticale du point O, à des intervalles $2e$, sur les faces de poutres d'épaisseur infinie.

Les forces tangentielles d'équilibre sont alors, sur la face supérieure et sur la face inférieure,

$$N\varphi_1(x) = -\frac{4Ne^2x}{\pi}\sum_0^\infty \frac{(2n+1)^2}{[(2n+1)^2e^2+x^2]^2},$$

$$-N\psi_1(x) = \frac{4Ne^2x}{\pi}\sum_1^\infty \frac{4n^2}{(4n^2e^2+x^2)^2}.$$

Il existe aussi des systèmes de déplacements assurant l'équilibre entre la force T et d'autres forces tangentielles. Tels sont les déplacements que produiraient, dans les mêmes conditions que précédemment, des forces équipollentes à T au-dessous de O et à $-T$ au-dessus.

Les forces tangentielles correspondantes sont

$$T\varphi_2(x) = -\frac{4Tex^2}{\pi}\sum_0^\infty \frac{2n+1}{[(2n+1)^2e^2+x^2]^2},$$

$$-T\psi_2(x) = \frac{4Tex^2}{\pi}\sum_1^\infty \frac{2n}{(4n^2e^2+x^2)^2}.$$

Il semble qu'en équilibrant la force N par des forces tangentielles nous ayons détruit l'équilibre statique, qui doit être respecté. En réalité, lorsque n augmente indéfiniment, cet équilibre est maintenu par des forces verticales infiniment petites et infiniment étalées. Il existe de même, dans le cas de la force T, des forces verticales infiniment petites; leur résultante est nulle, mais leur moment annule le moment des forces tangentielles, lequel croît, en valeur absolue, au delà de toute limite.

Considérons maintenant l'ensemble des forces appliquées N et T, auxquelles nous associons, par la pensée, l'ensemble des forces tangentielles et l'ensemble des déplacements. Désignons ces forces tangentielles par $f(x)$ et $-g(x)$

$$f(x) = \sum N_p[\varphi_1(x-x_p) \text{ ou } \psi_1(x-x_p)] + \sum T_p[\varphi_2(x-x_p) \text{ ou } -\psi_2(x-x_p)],$$

$$g(x) = \sum N_p[\psi_1(x-x_p) \text{ ou } \varphi_1(x-x_p)] + \sum T_p[\psi_2(x-x_p) \text{ ou } -\varphi_2(x-x_p)].$$

Appliquons sur la face supérieure des forces tangentielles nouvelles $F(x)$ et sur la face inférieure des forces $-G(x)$, puis traitons ces forces comme nous avons traité la force T. Écrivons enfin que les forces tangentielles résultantes sont nulles en tout point, sauf aux points d'application des forces extérieures, où elles se réduisent aux forces T. Nous obtiendrons les relations

$$F(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} [G(s)\,\varphi_2(x-s) + F(s)\,\psi_2(x-s)]\,ds - f(x),$$

$$G(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} [F(s)\,\varphi_2(x-s) + G(s)\,\psi_2(x-s)]\,ds - g(x).$$

En ajoutant et en retranchant membre à membre nous obtiendrons deux équations intégrales de seconde espèce en $F+G$ et $F-G$.

Les déplacements sont la somme des déplacements dus aux forces f, g, F et G.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX. — *Les matériaux dits* plastiques *et leur transposition dans les constructions par la* méthode des « taux de sécurité comparée », *principaux*, *transversaux*, *sectionnels et locaux*. Note de M. **Raymond de Fleury**, présentée par M. Albert Caquot.

Je fus conduit à préciser cette méthode comme synthèse de mes réalisations sur les métaux légers ([1]). Sur l'initiative des Services Techniques du Ministère de l'Air, je fus appelé à en étendre le champ aux corps *plastiques*, anisotropes à *n* constituants, plus au moins stratifiés ou orientés. *La méthode s'adapte au mieux aux anisotropes :* il suffit de fonder le contrôle des rapports des taux de sécurité principaux, puis transversaux, sur les rapports des caractéristiques principales, puis transversales, du *composite* à celles du corps primitif. Mais le *contrôle des taux de sécurité dans chaque constituant* s'impose. Je limite l'exposé aux propriétés dans le sens de la stratification des couches ou de l'orientation des fibres, fils agglomérés, supposés uniformément répartis.

Ce contrôle se trouve heureusement, en retour, *gouverner la critique et le choix* des matériaux, puis des structures. En effet, puisque, le long des surfaces solidarisées ou des lignes de contact, les déformations sont les mêmes, les taux de travail unitaire $T_1, T_2, \ldots, T_n$ de chacun des constituants sont entre eux (après adaptation) comme les rapports de leurs modules d'élasticité $M_1, M_2, \ldots, M_n$. Il s'ensuit que les rapports des taux de sécurité nominaux propres à chacun d'eux sont comme les rapports des limites élastiques aux modules E_1/M_1, E_2/M_2, ..., E_n/M_n, rapports indépendants des sections $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_n$ mises en œuvre. Il devient évident que le taux de sécurité du *composite* ne peut pas être supérieur à celui du constituant du rang *n*, dont la valeur E_n/M_n sera la plus petite. Tout se passe comme si les limites élastiques utiles de chacun des autres constituants n'étaient pas supérieures à $E_n(M_1/M_n)$, $E_n(M_2/M_n)$, ..., $E_n(M_n/M_n)$, ce qui détermine les propriétés résultantes E_X et M_X du composite dans le sens principal. Les valeurs E_Z et M_Z, dans le sens perpendiculaire au plan de stratification,

---

([1]) *Mécanique appliquée comparée et alliages légers* (*Bull. Soc. Ing. civils de France*, 91e année, mars-avril 1938, p. 323-325).

sont différentes :

$$E_X = E_n \frac{\frac{M_1}{M_n}\Omega_1 + \frac{M_2}{M_n}\Omega_2 + \ldots + \frac{M_n}{M_n}\Omega_n}{\Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_n}, \qquad M_X = \frac{M_1\Omega_1 + M_2\Omega_2 + \ldots + M_n\Omega_n}{\Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_n},$$

$$E_Z = E_m (= \text{E minimum en valeur absolue}), \qquad M_Z = \frac{\Omega_1 + \Omega_2 + \ldots + \Omega_n}{\frac{\Omega_1}{M_1} + \frac{\Omega_2}{M_2} + \ldots + \frac{\Omega_n}{M_n}}.$$

Indépendamment de la détermination des cotes en encombrement libre, de la constitution structurale en encombrement imposé, ces valeurs résultantes peuvent déterminer la densité du corps cellulaire ou micro-charpenté, correspondant à l'emploi d'un matériau donné, en fonction d'un allégement imposé. Les propriétés résultantes du corps cellulaire s'obtiennent en assimilant les vides à la présence d'un constituant structural de module $M_v = 0$ avec $\Omega_v/M_v = \infty$ (2). L'interprétation physique de ce cas-limite (clivage) soulève, puis définit, par surcroît, le problème de stabilité (connexe de celui des équilibres internes) vis-à-vis de faibles variations angulaires des efforts par rapport aux orientations et ondulations structurales, ou inversement, même s'il s'agit de composites non cellulaires, dont le module d'élasticité de l'un des éléments serait petit, mais non nul.

Sur le terrain pratique, la condition d'homogénéïté des taux de sécurité étant $E_1/M_1 = E_2/M_2 = \ldots = E_n/M_n$, le choix des constituants et *leur classement par ordre de* E/M *décroissant en découle*. De préférence, l'élément limitatif ne doit être ni la colle, ni l'agglomérant. Ce dernier doit répondre à la condition $E_1/M_1 \geqq E_2/M_2$ (3). Les composites naturels (os, ivoire, plumes, bois etc.) répondent au mieux à cette condition mécanique. Si l'agglomérant répond à cette condition surabondamment en compression et déficitairement en tension, on sait qu'une traction initiale définie, exercée sur le second constituant, conduit à un composite où subsiste un équilibre de tensions-compressions résiduelles Q_2 et Q_1, tel que $Q_1\Omega_1 = Q_2\Omega_2$. La condition d'homogénéité des taux de sécurité y devient $(E_1 + Q_1)/M_1 = (E_2 - Q_2)/M_2$. On a accru le taux de sécurité dans la proportion de Q_1/M_1. Les matériaux constitutifs des

(2) Les réalisations (en dehors des pièces massives dont les dimensionnements comparés posent toutefois des problèmes de normes) montrent qu'il s'en faut parfois de beaucoup pour que les plastiques comprimés et *densifiés* puissent atteindre la légèreté des constructions en métaux légers, et surtout ultra-légers, ou en bois naturel ou collé *non densifié*, ce qui imposerait l'emploi de structures cellulaires, auxquelles certains plastiques se prêtent.

(3) Indirectement, cette condition circonscrit le degré admissible ou nécessaire de polymérisation des plastiques, celui de leur évolution dans le temps aux températures fonctionnelles, celui de leur tenue hygrométrique etc.

pièces d'assemblage (rivets, œillets, boulons) dans un composite doivent posséder des caractéristiques au moins égales à celles du constituant dont le M est le plus élevé en valeur absolue. En effet, les efforts unitaires se répartissant selon les modules des matériaux, les surfaces d'assemblage subiront des réactions locales égales aux plus grands efforts locaux. Pour les mêmes raisons de répartition d'efforts, les éprouvettes de laboratoire doivent, soit en forme standard intéresser tous les constituants, selon la règle des pièces d'assemblage et servir de mise au point de ces derniers, soit pour chaque cas particulier, faire appel à des graduations de sections calculées des constituants et à des adaptations structurales progressives.

Comme contrôle expérimental, le caoutchouc, dont le module d'élasticité M est extrêmement petit (environ 0,1 kg/mm²), et dont le rapport E/M est extrêmement grand (environ 5) en regard de ceux de tous autres corps, peut jouer sans limitation le rôle d'amplificateur, rendant auscultable et visible, soit l'effet propre d'une structure sur une maquette, dont il serait un des éléments constitutifs principaux, soit, d'après les lois contrôlées, l'évaluation du module d'un corps adhérent, serait-il fragmentaire.

CHALEUR. — *Le problème de la barre lorsque les paramètres dépendent des coordonnées. Application particulière à l'homogénéité de température d'un appareil métallique placé dans l'air (enceinte à température uniforme).* Note de M. **Pierre Vernotte**, présentée par M. Aimé Cotton.

L'intégration du problème de la barre (propagation de la chaleur le long d'un corps cylindrique, avec déperdition latérale; on néglige d'ordinaire, comme nous le faisons ici, la propagation à l'intérieur d'une section droite) en régime permanent, qui est très facile lorsque les divers paramètres sont constants, ne conduirait qu'à des calculs très compliqués dans le cas contraire.

Nous avons montré [1], en appliquant un artifice connu, comment, en se donnant *a priori* une distribution de température compatible avec les conditions initiales et aux limites, et déduisant immédiatement de l'équation la loi de variation des sections droites qui en résultait, on pouvait étudier ainsi, *indirectement*, l'effet de la variabilité de la section droite sur la distribution des températures dans un corps simplement quasi cylindrique.

On va employer le même procédé pour préciser quelle *hétérogénéité*

---

(1) *Association technique maritime et aéronautique*, Bulletin n° 43, 1939, p. 459.

de température peut apporter, à un corps allongé dans le sens vertical et isolé à ses extrémités, la *variation* du coefficient de convection tout le long de sa surface, s'il est chaud, ou l'existence d'un *gradient* vertical de température dans l'air, s'il ne contient pas de source de chaleur.

C'est tout le problème de *l'enceinte à température uniforme*, cette uniformisation étant produite, dans les nombreux dipositifs expérimentaux que nous avons réalisés depuis 15 ans, par un métal *très massif*.

k étant la conductibilité thermique de ce métal, s la section offerte à la propagation de la chaleur, p le périmètre de la section droite offert à la convection (quantités supposées toutes trois constantes), h le *coefficient de convection*, variable d'un point à l'autre, et θ la *température ambiante* susceptible, elle aussi, de varier en fonction de la cote z, la température V en un point d'une section droite est donnée par

$$ks\, d^2V : dz^2 = hp(V - \theta). \tag{1}$$

Le cylindre métallique étant supposé isolé à sa base $z=0$, et se terminer, à sa partie supérieure $z=l$, par une section relativement faible, la loi $V(z)$, posée *a priori*, sera telle que $dV : dz$ soit nul pour $z=0$ et $z=l$.

Le thermostat étant supposé *régulièrement chauffé* tout le long de sa hauteur, et θ constante, V serait constante si h était constant. a étant une quantité très petite, m une constante et V_0 la température à la base, posons la formule assez générale

$$dV : dz = aV_0 z(l - z)(1 + mz). \tag{2}$$

Une intégration immédiate donne V, et h se déduit en chaque point de l'équation différentielle (1). δh étant la variation de h de la base au sommet, on trouve que la différence δV de température entre la base et le sommet est le douzième de $\delta h(V_0 - \theta)pl^2 : ks$.

Supposons maintenant le thermostat *non* chauffé, abandonné à l'effet d'une température ambiante *variant* de $\delta\theta$ entre $z=0$ et $z=l$. Le coefficient de convection h étant nécessairement *petit*, la présence du thermostat ne déforme que peu les isothermes de l'air. Donnons-nous $dV : dz$ par la formule (2), et déduisons $\theta(z)$ de l'équation (1). Si h est *constant*, on trouve sans difficulté (le procédé classique d'intégration l'eut donné alors dans le cas d'une loi de θ parabolique en z) que δV est le douzième de $\delta\theta\, hpl^2 : ks$. Si h *n'est pas considéré comme constant*, prenons-le égal à $h_0(1 + \lambda z : l)$. La fonction $\theta(z)$ se calcule de la même manière. Particularisons-la, en cherchant à rendre son *gradient presque constant*,

par la condition que la température de l'air, à mi-hauteur, soit la moyenne de ses valeurs extrêmes. On trouve très sensiblement, en explicitant le coefficient de convection relatif à la cote αl,

$$12\,\delta V(\alpha\lambda+1)(3\lambda^2+8\lambda+6)=\delta\theta(\lambda+1)(\lambda^2+6\lambda+6)h_\alpha pl^2:ks.$$

Nous ne connaissons pas exactement la valeur de λ (de l'ordre de 1, sans doute, d'après ce qu'on sait de la convection par les faces d'un cube). Mais on peut choisir α pour que la fonction rationnelle de λ exprimant δV *ne varie pour ainsi dire pas* en fonction de λ. On trouve ainsi que $M\delta V$ est égal à $\delta\theta\, h_\alpha pl^2:ks$, M ne différant guère de 11 que de 2 %, si, α étant pris égal à 0,4, λ varie entre 0,5 et 2,5; et ne différant de 12 que de 3 %, si λ varie entre 0 et 2, α étant pris égal à 0,5.

On peut grouper tous les résultats dans la formule suffisamment approchée

$$12\,\delta V=\mathrm{TH}\,pl^2:ks; \tag{3}$$

δV est l'hétérogénéité maximum de température sur le bloc thermostatique; T est l'écart de température (bloc-air) et H la variation δh du coefficient de convection le long du bloc, dans le cas du thermostat *intérieurement* chauffé (ou refroidi); H désigne le coefficient de convection à mi-hauteur et T la variation $\delta\theta$ de la température de l'air de la base au sommet du bloc, si le bloc baigne *simplement* dans un air de température hétérogène. On peut dire aussi, d'après la nature de la formule, que *l'hétérogénéité maximum de la température de l'enceinte thermostatique est le sixième de la baisse de température qui s'observerait le long d'un cylindre, en moyenne plus chaud que l'air ambiant, de* T, *si le coefficient de convection était* H.

Soit un bloc thermostatique d'alpax (aluminium-silicium) de 25^{cm} de hauteur, à paroi relativement très épaisse, et de 8^{cm} de diamètre extérieur. H(δh ou $h_{0,5}$) étant de l'ordre de $1,5.10^{-4}$ cal. cm^{-2}. sec^{-1}. deg^{-1}, l'hétérogénéité thermique δV sera *cent fois* plus petite que l'écart de température T(V_0 ou $\delta\theta$) qui tend à la provoquer.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'émission quantique en phase dans le domaine des ondes radioélectriques.* Note [1] de M. **Théodore V. Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le principe de correspondance de Bohr admet que, si un électron passe d'une trajectoire de nombre quantique n, très élevé, à la suivante, il émet

(1) Séance du 29 avril 1940.

ou absorbe une radiation dont la fréquence ν est la même que celle donnée par la théorie classique. Cette théorie suppose que l'émission a lieu continuellement, c'est-à-dire qu'à chaque vibration, de l'énergie est émise à l'extérieur. Aussi doit-on trouver une telle émission en considérant la question au point de vue quantique.

J'ai déjà calculé ([2]) la résistance de radiation d'une antenne en admettant les propositions suivantes :

1° à chaque oscillation une quantité d'énergie égale à $h\nu$ est émise par un électron oscillant dans une antenne;

2° cette énergie doit être comprise dans l'espace d'une longueur d'onde.

Dans cette Note je vais montrer que les propositions 1° et 2°, dont l'ensemble pourrait être appelé principe *de l'émission quantique en phase*, peuvent être vérifiées par l'expérience.

Supposons un électron de masse m, de charge e, et de vitesse v, dans un champ magnétique H perpendiculaire à v. Il tourne avec la fréquence $v = (1/2\pi)(e/m)\mathrm{H}$. Conformément à la théorie classique, cet électron doit émettre ou absorber une radiation de fréquence ν. Dans la théorie quantique il doit absorber ou émettre la même radiation. En effet cet électron se trouve, par rapport au champ H, soit dans une position parallèle, soit dans celle antiparallèle.

De plus, supposons qu'il soit soumis, en même temps, à un champ magnétique oscillant, plus faible que H, mais de la même fréquence. Dans ces conditions l'électron va avoir, autour de la direction de H, un mouvement de précession de fréquence ν, mouvement qui le fait passer d'une position à l'autre. Dans ce cas son énergie devient $2\mathrm{HM} = 2\mathrm{H}(h/4\pi)(e/m)$, où M est le moment magnétique de l'électron. En posant $2\mathrm{HM} = h\nu$, on trouve $\nu = (1/2\pi)\mathrm{H}(e/m)$, résultat concordant avec celui de la théorie classique.

Soit maintenant un électron attaché à un atome ou une molécule et possédant aussi un moment magnétique. Si cet électron se trouve à la distance r du centre du dipôle magnétique dans le champ H_r, il pourra émettre ou absorber une radiation

$$\nu = \frac{1}{2\pi}\frac{e}{m}\mathrm{H}_r = \frac{\omega_{\mathrm{H}}}{2\pi}.$$

En étudiant la constante diélectrique et la conductibilité des gaz ionisés,

---

([2]) *Comptes rendus*, 204, 1937, p. 1061.

C. Mihul et moi-même [3] avons montré, dès 1932, que l'électron peut avoir un mouvement de précession, dans le champ magnétique moléculaire, avec une fréquence propre qui correspond à une longueur d'onde de 9 mètres [$\nu=(1/3).10^8$]. Si l'on ajoute un champ magnétique extérieur, la fréquence devient plus grande. Récemment [4] on a mis en évidence ce mouvement de précession, mais dans le cas des noyaux qui se trouvent dans un champ magnétique extérieur.

Je vais montrer maintenant qu'un électron soumis à l'action d'un champ magnétique, soit extérieur, soit moléculaire, émet de l'énergie à chaque intervalle de temps $\mathfrak{T}=1/\nu=2\pi/\omega_H$.

Dans un gaz ionisé les électrons cèdent de l'énergie empruntée au champ électromagnétique extérieur. Il y a donc des chocs contre les molécules. La conductibilité σ et la constante diélectrique ε dépendent du nombre N d'électrons par centimètre cube et du nombre n de chocs subis par un électron pendant une seconde.

Si l'électron se trouve dans un champ magnétique et si à chaque tour l'électron cède de l'énergie à l'extérieur, sous forme de radiation, tout se passe comme s'il y avait aussi des chocs, mais en l'absence de molécules. Dans ce cas, l'intervalle de temps $\mathfrak{T}$ entre deux chocs est rigoureusement le même, pour tous les électrons; car, dans ce cas, $\mathfrak{T}=2\pi/\omega_H$.

S'il y a aussi des chocs contre les molécules, le nombre total de chocs sera beaucoup plus grand.

C. Mihul et moi-même avons montré [5] comment on peut calculer ε et σ si l'intervalle de temps $\mathfrak{T}$ entre deux chocs est le même pour tous les électrons. Si l'on pose $\mathfrak{T}=2\pi/\omega_H$, nos formules deviennent

$$(\mathrm{I})\quad \left\{\begin{aligned} \varepsilon\pm &= 1-\frac{4\pi N e^2}{m\omega(\omega\pm\omega_H)}\left[1-\frac{\sin 2\pi\left(\dfrac{\omega}{\omega_H}\pm 1\right)}{2\pi\left(\dfrac{\omega}{\omega_H}\pm 1\right)}\right]; \qquad \varepsilon=\varepsilon^+ + \varepsilon_-,\\ \sigma\pm &= \frac{N e^2\omega_H}{2\pi m(\omega\pm\omega_H)^2}\left[1-\cos 2\pi\left(\frac{\omega}{\omega_H}\pm 1\right)\right]; \qquad \sigma=\sigma^+ + \sigma_-. \end{aligned}\right.$$

En travaillant dans un tube à pression constante, Mihul et moi-même

---

(3) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 70; *Journal de Physique*, 7, 1935, p. 35.

(4) I. I. Rabi, S. Millman, P. Rusch et J. R. Zacharias, *The Physical Review*, 55, 1939, p. 526.

(5) *Journal de Physique*, 6, 1935, p. 388.

avions déduit des valeurs de σ, les valeurs suivantes de n en fonction de $H\nu$:

ν......	$12,8.10^7$	$11,55.10^7$	$9,8.10^7$	$6,66.10^7$	$5,10.10^7$	$4,47.10^7$
n......	$14\ .10^7$	$13,8\ .10^7$	$10,3.10^7$	$8,4\ .10^7$	$8,17.10^7$	$8,6\ .10^7$

On voit que n décroît avec la fréquence de l'onde extérieure jusqu'au moment où n est égal à $\nu = \omega_H/2\pi$. Ensuite n reste approximativement constant et égal à 8.10^7, pour une valeur de la pression dans le tube égale à 2.10^{-4} mm de mercure.

On voit encore que, pour les grands ν, n est toujours plus grand que ν, car il y a aussi l'effet des chocs contre les molécules qu'il faut ajouter.

Pour avoir une bonne vérification des expressions (1), il faut que le nombre des chocs contre les molécules soit beaucoup plus petit que la fréquence $\omega_H/2\pi$. Ceci arrive pour les électrons attachés aux molécules. Dans ce cas, le nombre des chocs est approximativement 3000 fois plus petit.

Les formules (1) donnent les valeurs de ε et σ, en fonction de $\omega_H/2\pi$ et de ω sans faire intervenir aucune constante et rendent compte de tous les détails des expériences, détails que la théorie classique n'explique point.

La vérification des expressions (1) montre qu'à chaque vibration il y a une émission; et, d'après la théorie quantique, chaque émission est égale à $h\nu$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Déshydratation du sulfate de zinc à 7 mol-g. d'eau par voie aqueuse. Courbe de solubilité des différents hydrates.* Note de M. **Raymond Rohmer**.

J'ai appliqué à l'heptahydrate du sulfate de zinc la méthode de déshydratation par voie aqueuse, décrite précédemment pour les heptahydrates du sulfate de nickel, du sulfate de cobalt [1] et du sulfate de manganèse [2].

Le premier diagramme traduit la variation isotherme de la solubilité, à 70°, en fonction de la durée d'agitation (*fig.* 1).

Les quatre paliers correspondent à la formation successive des hydrates à 6, 4, 2 et 1 mol-g. d'eau.

---

[1] R. Rohmer, *Thèse*, Paris, 1939; *Ann. de Chimie*, 2e série, **2**, 1939, p. 611-725.
[2] R. Rohmer, *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 315.

Le tableau suivant donne les températures auxquelles on a opéré, les valeurs de la densité des solutions saturées, les valeurs de la solubilité et la nature des phases solides correspondant aux différents paliers :

Température.	Densité.	Solubilité SO^4Zn %.	Phase solide.
30°	1,520	38,1	$SO^4Zn, 7H^2O$
32	1,530	38,7	»
36	1,553	40,2	»
40	1,570	41,2	$SO^4Zn, 6H^2O$
45	1,589	42,2	»
56	1,634	44,6	$SO^4Zn, 6H^2O$ (*)
	1,624	44,3	» , $2H^2O$ (*)
	1,588	42,2	» , H^2O
60	1,650	45,7	$SO^4Zn, 6H^2O$ (*)
	1,623	44,2	» , $2H^2O$ (*)
	1,577	41,9	» , H^2O
65	1,672	46,9	$SO^4Zn, 6H^2O$ (*)
	1,664	46,6	» , $4H^2O$ (*)
	1,623	44,2	» , $2H^2O$ (*)
	1,560	41,4	» , H^2O
70	1,693	48,2	$SO^4Zn, 6H^2O$ (*)
	1,674	47,3	» , $4H^2O$ (*)
	1,623	44,2	» , $2H^2O$ (*)
	1,548	40,8	» , H^2O
75	1,710	49,5	$SO^4Zn, 6H^2O$ (*)
	1,680	47,9	» , $4H^2O$ (*)
	1,623	44,2	» , $2H^2O$ (*)
	1,535	40,2	» , H^2O
85	1,505	39,2	SO^4Zn, H^2O
100	1,462	37,7	SO^4Zn, H^2O

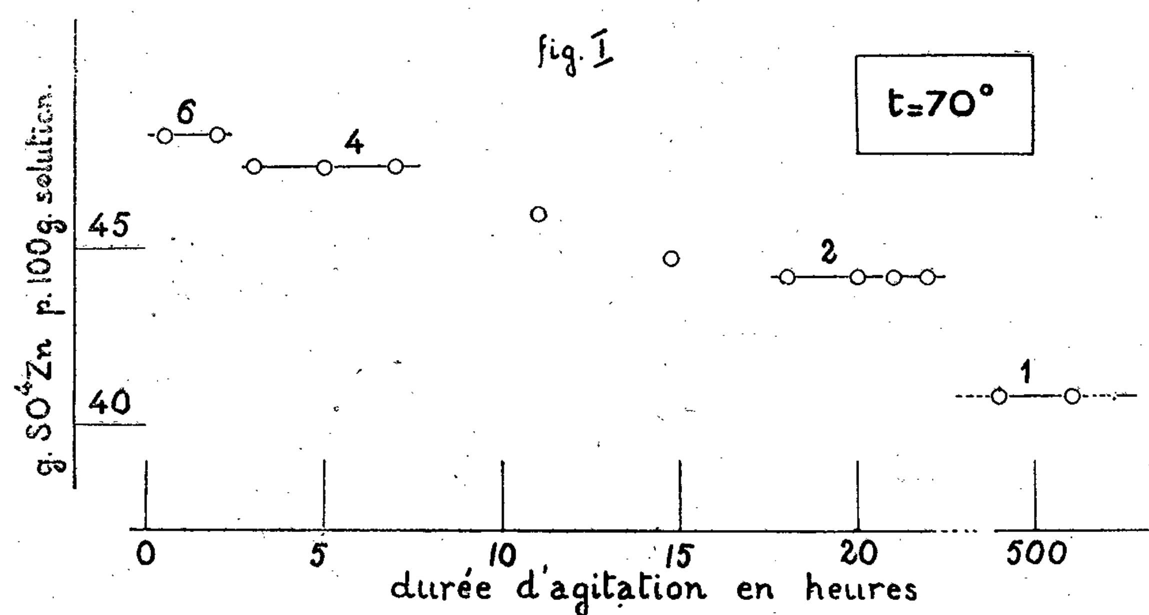
(*) Équilibres labiles.

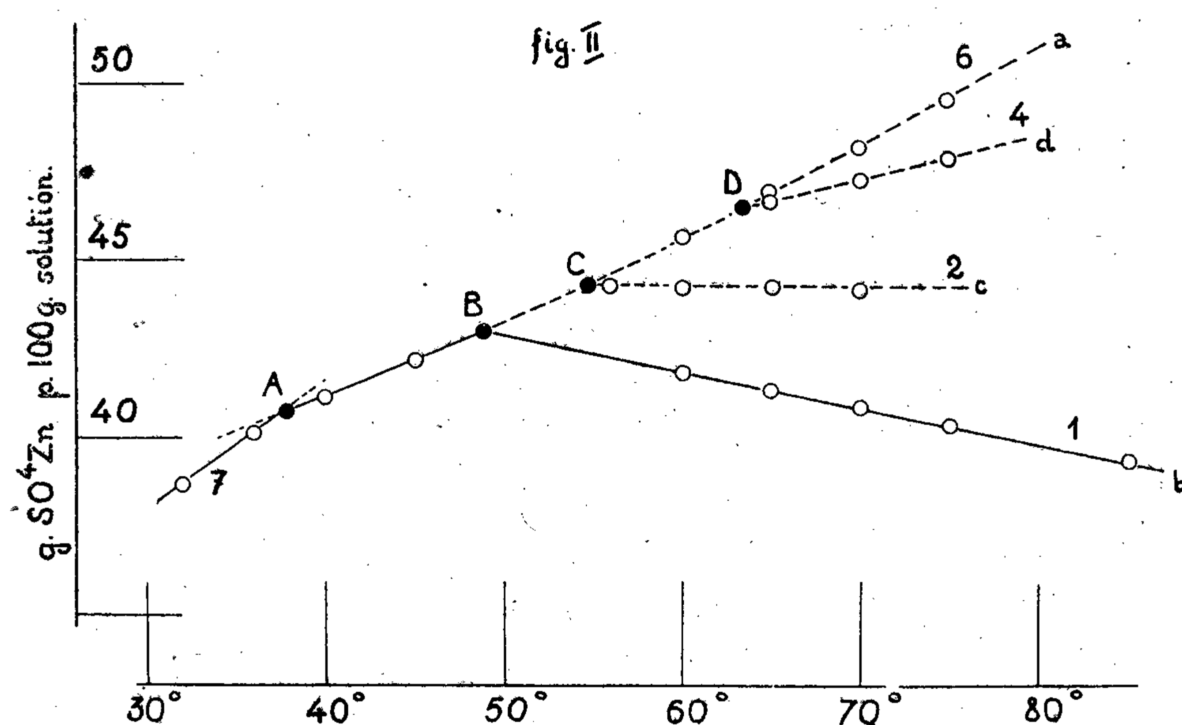
A l'aide de ces nombres on a tracé la courbe de variation de la solubilité des différents hydrates en fonction de la température (*fig.* 2).

Il intervient quatre équilibres en présence de deux solides; leurs caractéristiques sont les suivantes :

Point.	Température.	Densité.	Solubilité.	Solides coexistants.
A.........	37°,9	1,561	40,8	$SO^4Zn, 7H^2O$ et $SO^4Zn, 6H^2O$
B.........	48,8	1,606	43,0	» , $6H^2O$ » , H^2O
C.........	54,6	1,627	44,2	» , $6H^2O$ » , $2H^2O$ (*)
D.........	63,4	1,662	46,5	» , $6H^2O$ » , $4H^2O$ (*)

Au-dessus de 48°,8 l'heptahydrate du sulfate de zinc subit donc, au sein de l'eau, une déshydratation jusqu'au monohydrate. Entre 63°,4 et 85°





environ on peut mettre en évidence la formation intermédiaire de l'hexahydrate, du tétrahydrate et du dihydrate.

Les auteurs qui ont étudié antérieurement le système $H^2O—SO^4Zn$ n'ont fait intervenir, comme phases solides, que les hydrates à 7, à 6 et à 1 mol-g. d'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination de l'évolution thermique des réactions à température élevée et haute pression.* Note (1) de M. **André Léopold**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons établi une méthode de mesure, qui nous a permis de déterminer l'évolution thermique globale des réactions d'hydrogénation à volume constant, à température élevée et sous haute pression. Cette évolution se représente par un diagramme temps-température (*Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, n° 4, 1938, p. 642-657).

Nous avons développé cette méthode et perfectionné l'appareil précédemment décrit (*loc. cit.*); nous pouvons alors représenter les phénomènes par une courbe quantité de chaleur-temps, en enregistrant séparément les dégagements ou les absorptions de calories correspondant à toutes les transformations.

Les temps sont portés en abscisses; en ordonnées positives ont représentées les quantités de chaleur dégagées; en ordonnées négatives, les quantités de chaleur absorbées.

Une opération au cours de laquelle se produisent des réactions endo- et exothermique se représentent, en général, par une courbe thermique qui présente des oscillations. Un exemple simple est fourni par l'hydrogénation dégradante.

Nous appelons *zone de réaction* une partie du diagramme thermique qui représente deux évolutions consécutives (voir *fig.* 1 et 2); dans une telle zone, à toute transformation exothermique correspond une transformation endothermique et réciproquement. Toute zone de réaction est limitée par la température du début et la température finale, elle correspond toujours à une durée déterminée. Les deux transformations de sens contraires qui se succèdent s'appellent l'*oscillation thermique* dans la zone de réaction considérée. La somme algébrique des quantités de chaleur mises en jeu au cours d'une oscillation thermique dans une zone ne caractérise pas suffisamment l'évolution; il faut encore prendre en considération l'amplitude des deux transformations.

Les quantités de chaleur mises en jeu et mesurées sont la résultante des effets thermiques qui se produisent au cours des réactions et des quantités de chaleur nécessaires au changement d'état.

(1) Séance du 29 avril 1940.

Nous allons montrer par un exemple de quelle manière nous construisons les courbes thermiques et de quelle façon les mesures peuvent être interprétées.

Les figures 1 et 2 représentent deux courbes thermiques qui correspondent à l'hydrogénation dégradante de la tétraline exécutée avec 200^{g} de tétraline, dans un autoclave

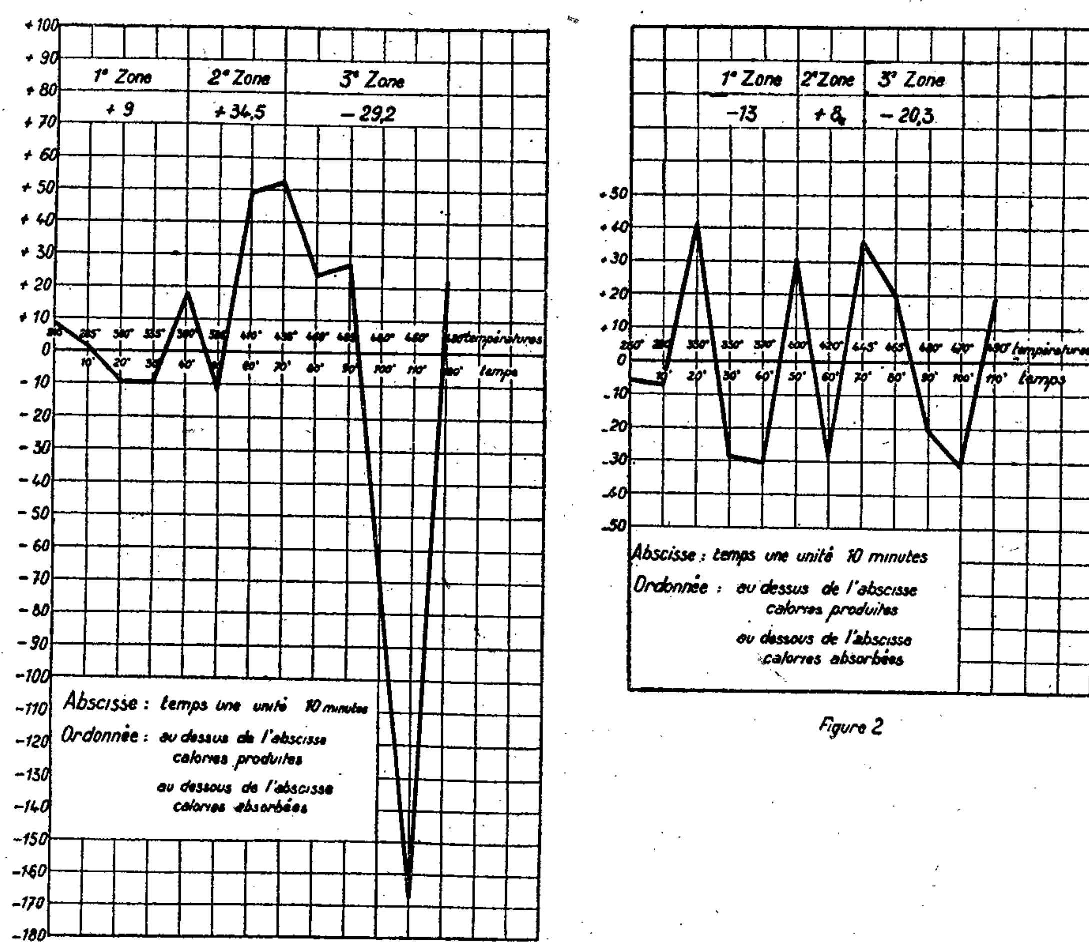


Figure 1

Figure 2

de 5 litres. La figure 1 correspond à une opération exécutée avec une pression initiale de 52^{atm} en présence d'un revêtement poreux intérieur dans l'autoclave. La figure 2 correspond à une expérience faite avec une pression initiale de 100^{atm} utilisant l'enrobage comme support de catalyseur, lequel est du sulfure de molybdène. Les rendements en produits liquides sont très voisins, 51,5% et 54,9%, mais la constitution de ceux-ci est très différente d'une expérience à l'autre, étant donné que la fraction distillant au-dessous de 200°C dans la première expérience s'élève à 17,7%, et dans la deuxième expérience à 41,4%.

Ces deux expériences se distinguent par le fait que les limites des zones de réaction sont en partie déplacées; de plus, dans la première opération, les oscillations thermiques sont plus accentuées, surtout dans la troisième zone, dans la deuxième opération, par contre, les zones sont presque équilibrées.

C'est dans les troisièmes zones de réaction que la scission des produits se fait de manière différente dans les deux modes de réaction envisagés.

Connaissant les zones de réaction, nous sommes à même de déterminer les réactions qui correspondent à toute évolution en arrêtant l'opération dans les limites qui lui correspondent.

Ces constatations nous ont amené à déterminer les effets qui se manifestent séparément et simultanément au cours des opérations d'hydrogénation par les parois, par les différents catalyseurs, par les masses poreuses utilisées seules comme revêtement intérieur de l'autoclave ou comme support de catalyseur, et enfin par l'influence de la pression.

La connaissance de toutes ces données nous permet d'orienter et de déterminer les réactions correspondant à toute évolution thermique conduisant à la réaction que l'on désire.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères morphologiques de la gélatinisation des membranes cellulosiques nitrées.* Note de M. **Georges Mangenot** et Mlle **Madeleine Raison**, présentée par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons suivi, sous le microscope, l'attaque, par divers gélatinisants (nitroglycérine, nitrate de méthyle, nitrate de di-éthylène-glycol, cyclopentanone), des poils ou fibres cellulosiques dinitrés ou trinitrés [1] du Coton et de la Ramie : ces dissolvants gonflent les membranes nitrées, les agglomèrent en un gel plus ou moins homogène ayant la consistance d'un gel de gélatine ou de gélose, puis les dissolvent. Le nitrate de méthyle pur, ou la cyclopentanone pure, agissent trop brutalement et la nitroglycérine trop lentement; mais le nitrate de di-éthylène-glycol ou, mieux encore, la cyclopentanone diluée dans de l'hexane produisent une dissolution ménagée, et cependant assez rapide, au cours de laquelle on peut observer des images présentant un grand intérêt. L'étude est rendue plus aisée si l'on colore le gel nitrocellulosique hydrophobe par un des colorants (rouge Soudan, noir Soudan, bleu B.Z.L., bleu d'indophénol) utilisés en histochimie pour la détection des inclusions lipidiques; ces colorants sont très solubles dans les divers gélatinisants de la nitrocellulose; ils permettent, par exemple, de superbes colorations de la dynamite, les gouttes microscopiques de nitroglycérine étant vivement colorées dans les carapaces des Diatomées du kieselguhr. On remarquera que, si le gel nitrocellulosique est colorable par ces substances, celles-ci ne sont pas retenues par les poils ou fibres non gélifiés : il semble que les grosses molécules des colorants ne

(1) Les fibres dinitrées sont attaquées par tous les gélatinisants, les fibres trinitrées par la seule cyclopentanone.

puissent pénétrer dans l'édifice dense formé par les micelles de la membrane organisée.

Les poils dinitrés ou trinitrés du *Coton*, traités par la cyclopentanone diluée, se dissolvent sans gonflement appréciable; à mesure que la nitrocellulose des poils passe à l'état de gel, on voit apparaître à la surface de ceux-ci un délicat système d'ornements en forme d'anneaux et de spirales; dès que ces ornements apparaissent à la périphérie d'un poil en voie de dissolution sans gonflement, on remarque la diversité de leur disposition : anneaux plus ou moins rapprochés, très fins ou plus marqués, spires plus ou moins ténues à tours lâches ou serrés, avec tous les intermédiaires possibles. On peut interpréter ces images comme exprimant l'existence, à la surface du poil, d'une ligature circulaire, irrégulièrement disposée, constituée par un système de très fines fibrilles; le poil, entièrement vidé de nitrocellulose soluble, offre ainsi, dans les zones où ces ornements sont les moins denses, une grande ressemblance avec un trachéide ligneux annelé ou spiralé. Ces fibrilles peuvent d'ailleurs se dérouler en fils onduleux ou s'affaisser, formant ainsi des anneaux réfringents; il est fréquent aussi que le poil soit sectionné : d'où la présence, dans les préparations, de cylindres courts à paroi spiralée ou annelée. Dans l'axe de chaque poil dissous, subsiste, généralement, la trace de la cavité cellulaire, sous forme d'une double traînée de fins grumeaux insolubles. Le nitrate de di-éthylène-glycol forme d'abord, autour de chaque poil dinitré de Coton, une mince couche de gel; puis le poil, se disloquant en fragments aciculaires, rapidement dissous, devient un cylindre de gelée autour duquel paraissent enroulées, comme le fil sur une bobine, les fibrilles annelées ou spiralées; mais les processus de dissolution comportent, ici, le plus souvent, un gonflement, très marqué en certains points, puis un découpage du gel en menus fragments dont chacun se trouve pris dans un anneau résultant de l'affaissement d'une partie du système fibrillaire : ces images sont moins élégantes que celles produites par la cyclopentanone.

Tout autre est l'action de ces gélatinisants sur les fibres dinitrées de la *Ramie* : aucun d'entre eux ne fait apparaître, au pourtour de ces fibres, d'anneaux ou de spires; le nitrate de di-éthylène-glycol les disloque en longs fragments aciculaires, semblables à des cristaux de raphides, parallèles au grand axe de la fibre; ces fragments se dispersent, se dissolvent et se confondent peu à peu en un gel.

Le système fibrillaire superficiel, spiralé ou annelé, des poils du Coton,

est certainement naturel : quelques observateurs [Schlotmann (²), Griffioen (³)] l'ont entrevu à la surface de poils non nitrés traités par des gélatinisants aqueux (liqueur de Schweitzer, SO^4H^2, $ZnCl^2$, NaOH), et nous avons vérifié la justesse de leurs observations en surveillant, à notre tour, l'action de la liqueur de Schweitzer sur le Coton; mais si les effets produits par les dissolvants aqueux sur le Coton naturel et par les dissolvants anhydres sur le Coton nitré sont comparables, ceux-ci agissent d'une manière beaucoup plus délicate : aucun d'entre eux n'est hydrolysant; certains d'entre eux, utilisés à une dilution convenable, ne sont même pas gonflants; d'où la plus grande précision des images observées. Le système annelé ou spiralé des fibrilles superficielles du Coton témoigne de la structure tubuleuse [*Ringstruktur* de Frey-Wyssling (⁴)] de la membrane primaire celluloso-pectique (comprenant par conséquent des éléments non nitrables) de ces poils; la ressemblance évidente entre ce système de fibrilles et les ornements annelés ou spiralés des trachéides ne paraît d'ailleurs pas fortuite : la disposition de ces ornements traduit l'existence, dans la membrane primaire des cellules procambiales en voie de différenciation, d'un système micellaire semblablement disposé. Enfin l'absence de fibrilles circulaires dans la fibre dinitrée de Ramie soumise à l'action d'un gélatinisant serait en rapport avec l'absence, autour des fibres dégommées, d'une paroi primaire; seules y subsistent les couches cellulosiques secondaires, à micelles orientées parallèlement à l'axe de la fibre (*Faserstruktur* de Frey-Wyssling).

AGRONOMIE. — *Observations sur la nutrition azotée des Légumineuses.* Note de MM. **Albert Demolon** et **Antoine Dunez**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

L'action inhibitrice qu'un apport d'azote minéral exerce sur la formation des nodosités est un fait expérimentalement bien établi au laboratoire et au champ. Diverses explications ont été envisagées :

1° Nous avons d'abord vérifié qu'après de nombreux passages par un milieu additionné de 1^g d'azote par litre, le germe ne perd rien de son aptitude à inoculer efficacement la plante.

(²) *Planta*, **19**, 1933, p. 313-334.
(³) *Planta*, **24**, 1935, p. 584-601.
(⁴) *Protoplasma*, **25**, 1936, p. 261-300.

2° Divers auteurs ont envisagé une diminution des glucides nécessaires à la bactérie [Hopkins et Fred (1), Allison (2), Thornton et Nicol (3)]. Or nous avons observé que, même en présence de fortes doses de nitrates, les jeunes radicelles exemptes de nodosités renfermaient encore des quantités très notables de sucres réducteurs.

L'expérience suivante nous a orientés vers une autre explication : la luzerne a été cultivée dans des allonges à déplacement, renfermant du sable additionné d'une solution nutritive contenant 140^{mg} N minéral par litre. Lorsque les plantes ont atteint 10^{cm} de hauteur, la solution initiale a été éliminée et on lui en a substitué, par déplacement, une autre, exempte d'azote et additionnée d'une suspension de *Bacillus radicicola*.

Un mois plus tard, l'examen de la plante a montré que son système radiculaire comportait des racines épaissies, beaucoup moins ramifiées qu'en l'absence d'azote; les nodosités étaient localisées sur les jeunes radicelles nouvellement formées après élimination de l'azote du milieu. Nous avons pu également, par cloisonnement du milieu, obtenir une plante ayant d'un côté un système radiculaire normal avec nombreuses nodosités et, de l'autre, des racines épaissies complètement exemptes de nodosités. C'est donc une modification portant uniquement sur les racines qui s'est opposée à l'inoculation. Thornton (4) a déjà signalé que des nodosités en voie de formation pouvaient être arrêtées dans leur développement par transplantation de la plante dans un milieu renfermant 0,1 % de nitrate de sodium, et qu'on constatait alors un épaississement des parois cellulaires.

Dans notre expérience, l'azote à la dose indiquée a eu pour résultat un accroissement de l'activité méristématique qui s'est traduit par une croissance radiale atteignant 2,5 à 3 fois celle des témoins (5). L'examen des coupes montre une augmentation du nombre des assises péricycliques s'accompagnant d'une accélération des phénomènes de subérification et d'exfoliation des assises externes. Ces processus peuvent devenir suffisamment rapides pour constituer un moyen de défense vis-à-vis d'une infection microbienne qui s'effectue par les poils absorbants pour progresser ensuite

---

(1) *Plant Physiol.*, 8, 1933, p. 141-157.
(2) *Soil Sc.*, 39, 1934, p. 431.
(3) *Journ. Agric. Sc.*, 26, 1936, p. 173.
(4) *Intern. Congr. Soil Sc.*, Oxford, 2, 1935, p. 85.
(5) Ces effets ne sont pas particuliers aux légumineuses.

pendant une période d'une quinzaine de jours avant l'apparition des nodosités.

Cette interprétation se trouve confirmée par l'observation suivante : si l'on ajoute au milieu des traces d'acide β-indolacétique, on constate une modification analogue de la structure des racines; les nodosités sont alors absentes ou enrayées dans leur développement.

La stimulation de la croissance radiale par des moyens différents aboutit donc au même résultat.

Des concentrations en azote s'accompagnant d'une réduction considérable du nombre des nodosités peuvent pratiquement se trouver réalisées dans les sols, surtout par suite d'un apport d'engrais; toutefois, cette action inhibitrice n'est que momentanée, et l'on voit les nodosités réapparaître lorsque le taux des nitrates est suffisamment abaissé, d'où un mécanisme de régulation de la nutrition azotée.

Nutrition azotée de la plante en présence d'azote minéral. — Dans un sol de culture, une Légumineuse trouve des nitrates en quantité variable; l'azote présent dans la récolte est la somme de celui provenant du sol et de l'azote gazeux fixé par symbiose. La culture de la Luzerne en case lysimétrique nous a permis d'établir, comme suit, la part qui revient à chacune de ces deux sources au cours de trois années consécutives.

Bilan de l'azote dans une culture de luzerne en cases lysimétriques (kg par ha).

Année.	Poids de la récolte.	Azote des nitrates. Case nue.	Case cultivée.	Quantité absorbée.	Azote dans la récolte. Parties aériennes.	Racines.	Azote gazeux fixé.
1937....	3140	133	20,7	112,3	98	10	0
1938....	7340	165	12,8	152,2	233,4	18	99,2
1939....	9000	112,8	35,7	77,1	327,6	25	175,5
					659	53	274,7
					712		

La plante a donc tendance à absorber en presque totalité l'azote nitrique à sa disposition, la part due à la fixation directe se trouvant réduite d'autant. Dans le sol riche expérimenté, la fixation symbiotique a été nulle la première année. Au cours des deux années suivantes, du fait de l'utilisation presque totale des nitrates formés, les quantités d'azote gazeux fixé n'ont pas dépassé la moitié de la quantité présente dans la récolte.

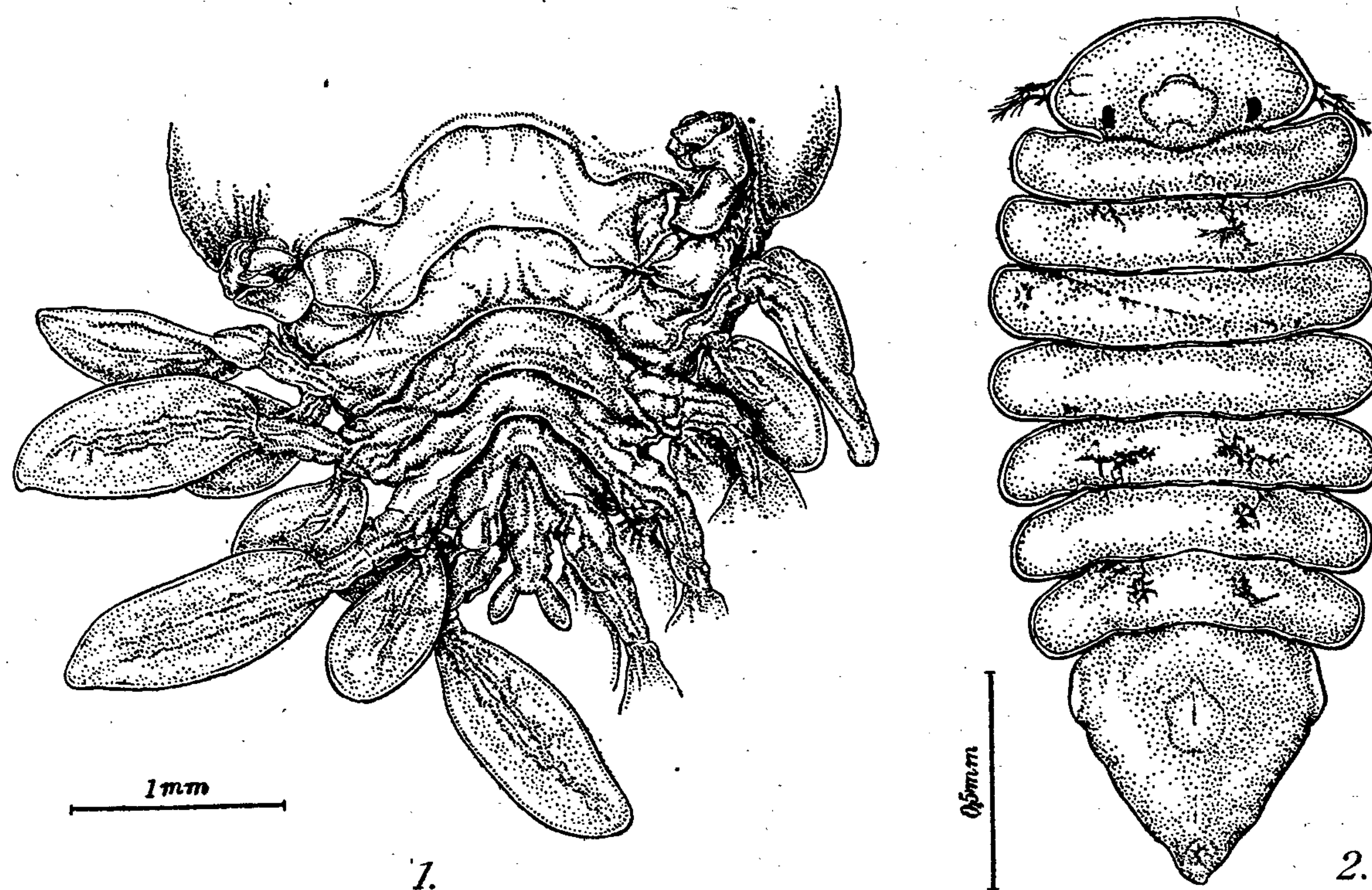
ZOOLOGIE. — *Sur un Épicaride nouveau*, Parathelges racovitzai *n. sp.*, *ectoparasite abdominal du Pagure* Diogenes pugilator *de la Mer Noire.* Note [1] de M. **Radu Codreanu**, présentée par M. Maurice Caullery.

Du 7 août au 3 septembre 1939, j'ai examiné, à la station zoologique maritime d'Agigéa (S. Constantza, Roumanie), 1028 individus adultes de *Diogenes pugilator* (Roux), logeant pour la plupart dans des coquilles de *Nassa reticulata* L., recueillies à la main ou au dragage sur fond de sable. En fait de parasites, ils portaient assez souvent un Rhizocéphale identique au *Septosaccus cuenoti* Duboscq 1911 (syn. *Peltogaster diogeni* Popov 1929) et, plus rarement, deux Épicarides, *Pseudione diogeni* Popov 1929, sous le branchiostégite droit, ou bien un Phryxien abdominal, confondu à tort par certains auteurs russes avec *Phryxus paguri* Rathke 1843. L'étude de ce Phryxien, dont je n'ai trouvé que trois couples sur des *Diogenes* ♂ ♂ de grande taille, m'oblige à le rapporter au genre *Parathelges* Bonnier 1900; c'est la première espèce européenne du genre, et je vais la décrire brièvement ici, sous le nom de *P. racovitzai* n. sp.

La femelle adulte, longue de 6,5 à 8^{mm}, occupe plus de la moitié antérieure de la face dorsale de l'abdomen de son hôte, la tête dirigée vers le telson de ce dernier, dans une position *résupinée*, habituelle chez les *Athelges* parasites des Pagures d'Europe. Elle a sa face ventrale tournée vers le haut et fortement bombée par le développement excessif de la cavité incubatrice, de sorte que, pour assurer la fixation, les péreiopodes sont rejetés vers la face dorsale légèrement concave, qui adhère au tégument dorsal de l'hôte. C'est un bel Épicaride, à peine dissymétrique, coloré ventralement en rose saumon par les œufs qui remplissent la cavité incubatrice, et en rouge grenat dorsalement, à cause des ovaires mûriformes, visibles par transparence. Très importants sont les caractères du pléon, égal au tiers de la longueur du corps. Ses quatre premiers somites, au lieu de se rétrécir brusquement en une tige garnie de pléopodes, comme chez les *Athelges*, continuent insensiblement le péreion, pour décroître graduellement en largeur (*fig.* 1). Chacun d'eux porte latéralement une paire de pléopodes foliacés biramés, dont l'endopodite, nettement plus court et plus arrondi que l'exopodite, s'insère à la base du pédoncule, assez long de ce dernier. Le cinquième somite pléal, étroit, triangulaire, enchâssé dans le somite précédent, se prolonge par un court pléotelson, pourvu d'une paire d'uropodes lancéolés, lesquels sont notablement dépassés en arrière par les pléopodes des deux dernières paires. Les sept paires de péreiopodes ont leur pince rejetée du côté antéro-ventral des méros et carpos coalescents. Présence d'une mince plaque coxale au-dessus de l'éminence

(1) Séance du 29 avril 1940.

latérale protégeant l'insertion des péreiopodes des quatre premières paires. Limites des segments thoraciques dessinant latéralement une paire de lobes caudaux. Deux yeux noirs, situés en profondeur, aux angles antérieurs céphaliques, contre les émi-



Parathelges racovitzai n. sp. — Fig. 1. ♀, pléon et fin du péreion, face dorsale (× 18). Fig. 2. ♂, vue dorsale (× 36).

nences basilaires soudées à la tête, de la première paire de pattes. Appendices céphaliques semblables à ceux du mâle, mais disposés frontalement. Cavité incubatrice fermée; costégites de la première paire formant un entonnoir projeté devant la tête.

Le mâle pygmée (*fig.* 2), de 2^{mm} de long, marqué de rouge cyclamen dans l'axe du corps, se trouve sur la face ventrale et au milieu des pléopodes de la femelle, qui s'étalent sur la fin du céphalothorax du *Diogenes*. Tête incomplètement séparée du premier somite thoracique et portant une paire d'yeux noirs. Somites thoraciques subégaux, arrondis et peu écartés sur les côtés, les trois premiers ayant leurs bords latéraux dirigés vers l'avant, les trois derniers vers l'arrière. Pléon d'une seule pièce, triangulaire, sans traces de segmentation, aux lobes basilaires fort atténués, dépourvu de pléopodes. Sept paires de péreiopodes ventraux, les deux antérieurs ayant leur dactylo développé en un puissant crochet. Antennules à trois, antennes à huit articles; rostre buccal normal, comprenant une lèvre supérieure, une autre inférieure et deux mandibules; à sa base, une paire de processus coniques, vestiges des maxillipèdes.

Le genre *Parathelges* comptait jusqu'à présent trois espèces, toutes extraeuropéennes, savoir : *P. aniculi* (Whitelegge 1897) des îles Ellice (Océanie), *P. weberi* Nierstrasz et Brender à Brandis 1923, ainsi que

P. whiteleggei Nz. et B. à B. 1931, des Indes Néerlandaises. Vu la répartition de ces espèces, la présence d'un nouveau *Parathelges* typique sur les *Diogenes pugilator* de la Mer Noire, ajoute un nouvel élément indo-pacifique au petit nombre de ceux déjà connus dans la faune de ce bassin. L'origine indo-pacifique de notre parasite s'accorde bien avec la vaste dispersion de son hôte, qui se rencontre dans l'Océan Indien, depuis la Mer Rouge jusqu'à Singapour. Elle expliquerait peut-être pourquoi, sur les côtes de France, *D. pugilator* est exempt d'Épicarides, étant uniquement infesté par *Septosaccus cuenoti*, d'après les recherches statistiques très étendues de M. Ch. Pérez.

Un, sur les trois *Diogenes* porteurs de *P. racovitzai* n. sp., avait, sur le côté gauche de son abdomen, une cicatrice consécutive à la chute du sac viscéral d'un *Septosaccus*. Les deux autres ont émis, lors de leur immersion dans le fixateur, un chapelet de spermatophores, témoignant de l'absence de castration parasitaire dans le cas présent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'état des groupements guanidiques dans les molécules protéiques.* Note de M. **Jean Roche** et Mme **Ginette Blanc-Jean**, présentée par M. Maurice Javillier.

Toutes les protéines contiennent de l'arginine (acide-δ-guanido-α-amino-valérianique) et donnent la réaction de Sakaguchi [1] caractéristique des groupements guanidiques monosubstitués, $H^2N.(C:NH).NH.R$. On admet par ailleurs que cet acide aminé renferme la totalité des groupements guanidiques présents dans les protéines; toutefois nos connaissances sur l'état de ceux-ci demeurent fort incomplètes. Kossel et Kennaway, Hirayama considèrent comme libre la fonction aminée primaire de ces radicaux dans les protamines en raison de sa réactivité vis-à-vis de l'acide nitrique fumant et, pour Felix, certains de ceux-ci participeraient à des liaisons intramoléculaires dans la thymohistone.

Nous avons entrepris des recherches sur l'état des groupements guanidiques dans diverses protéines naturelles (protamines : clupéine, corégonine, salmine, scombrine, sturine; histones : thymohistone, globines; protéines

(1) On appelle réaction de Sakaguchi l'apparition d'une coloration rouge dans une solution fortement alcaline d'une guanidine monosubstituée, lorsqu'on y ajoute de l'α-naphtol et de l'hypobromite de sodium.

animales ou végétales de caractère plus ou moins acide : caséine, édestine, gélatine, gliadine, ovalbumine, zéine), dans des peptones trypsiques de muscle (Cheval, Poissons) et dans des hydrolysats chlorhydriques de ces corps ([2]). Les groupements guanidiques monosubstitués ont été dosés par la méthode de Dumazert et Poggi, basée sur la colorimétrie de la réaction de Sakaguchi. L'application de cette méthode aux produits de l'hydrolyse complète des corps étudiés a permis de calculer la teneur en arginine de ceux-ci, les données ainsi obtenues étant en accord avec celles de nombreux auteurs. Par ailleurs, le taux des groupements guanidiques monosubstitués dans les protéines naturelles ou incomplètement hydrolysées a été rapporté à leur teneur en arginine.

L'ensemble des résultats et les conclusions de notre travail peuvent être résumés ainsi :

1° La totalité des groupements guanidiques appartenant à l'arginine n'est *libre* (monosubstituée) dans aucune protéine naturelle. La fraction de ces groupements donnant la réaction de Sakaguchi diffère suivant chaque corps, sans présenter toutefois une valeur très rigoureuse pour les diverses préparations d'un même produit. Elle atteint de 30 à 35 % de l'arginine totale dans les protamines contenant près de 90 % de cet acide aminé (clupéine, salmine, scombrine), 50 % environ dans les autres protamines (corégonine, sturine), la thymohistone, les globines, l'édestine, l'ovalbumine, et jusqu'à 75 % dans les protéines les plus pauvres en arginine (caséine, gliadine, zéine).

2° L'hydrolyse ménagée de tous ces corps libère rapidement des groupements guanidiques monosubstitués dont le taux dépasse celui que permet de prévoir la teneur en arginine totale. Cet excès demeure toujours inférieur à 15 % de celle-ci dans le cas des protamines; plus important avec les autres protéines, il atteint 30 à 35 % dans celui de l'édestine. Il se manifeste après 30 minutes d'hydrolyse et passe par un maximum deux heures après le début de celle-ci; il diminue ensuite progressivement et, lorsque la protéine a subi pendant huit heures l'action de l'acide chlorhydrique, le taux des groupements guanidiques libres correspond à celui de l'arginine totale. Quant aux peptones trypsiques de muscles, elles sont

---

([2]) Les hydrolysats ont été obtenus par action de l'acide chlorhydrique à 25 % à ébullition, pendant des temps variant de 30 minutes à 24 heures. Nous avons pu étudier ainsi la libération progressive des groupements guanidiques monosubstitués au cours de l'hydrolyse des protéines.

plus riches en groupements $H^2N.C(NH).NH^2$ que ne saurait l'expliquer leur teneur en arginine, mais leur hydrolyse réduit progressivement à celle-ci le taux de ces groupements.

3° Ces faits traduisent à la fois la participation de la fonction aminée primaire contenue dans le reste guanidique de l'arginine à des combinaisons intramoléculaires dans les protéines, et l'extrême labilité de ces combinaisons vis-à-vis des agents d'hydrolyse chimiques ou biologiques. Ils permettent, par ailleurs, de penser que les protéines renferment des groupements guanidiques n'appartenant pas à l'arginine. Ces derniers pourraient constituer des *ponts* entre deux chaînes polypeptidiques et donner par hydrolyse naissance à de l'ammoniaque.

MICROBIOLOGIE. — *Influence de la vapeur d'eau sur l'activité des poudres de virus rabique*. Note de MM. **Paul Remlinger** et **Jacques Bailly**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La conservation à l'état sec des bactéries et des virus a été très étudiée ces derniers temps. Les auteurs sont d'accord sur ce que la dessiccation doit être effectuée rapidement, à basse température, et porter sur une substance étalée en couche mince ou incorporée à un excipient spongieux. Les autres facteurs qui déterminent le succès ou l'échec de la dessiccation sont moins connus. On dit que les produits desséchés doivent être conservés à l'abri de l'air, mais l'air est un milieu complexe qui renferme, entre autres, des traces de vapeur d'eau. C'est de la présence ou de l'absence de cette eau qu'à notre avis dépend l'issue des opérations.

La poudre obtenue par dessiccation rapide, dans le vide, d'un cerveau de lapin mort de la rage, est conservée pendant plusieurs mois sous une cloche en présence de chaux vive, c'est-à-dire à l'air, mais en l'absence de toute trace d'humidité. L'inoculation ayant montré que la virulence n'est en rien diminuée, la poudre est divisée en deux lots. Le premier est réparti en ampoules de 2^{cm^3} de capacité (un centigramme par ampoule). Le deuxième est distribué à raison également d'un centigramme par dose dans des petits tubes ouverts. Ces tubes sont placés dans des ampoules de 20^{cm^3} renfermant chacune un gramme de chaux vive, puis scellées. Les deux lots diffèrent simplement par l'absence de traces d'humidité dans un cas; par la présence dans l'autre de traces infinitésimales de vapeur d'eau. Celles-ci sont apportées par les 2^{cm^3} d'air emprisonnés dans chaque ampoule. A des

intervalles variables, il est prélevé un centigramme de poudre dans chacun des deux lots. Des inoculations sont faites sous la dure-mère du lapin. La poudre de virus maintenue à l'abri de toute trace de vapeur d'eau conserve sa virulence pendant de longs mois, tandis que la même poudre exposée aux traces que peuvent contenir 2^{cm^3} d'air perd, après quelques semaines, tout pouvoir pathogène. Ainsi, non seulement la présence de vapeur d'eau entrave la conservation de la virulence, mais encore une humidité très minime amène l'échec des inoculations. La suppression de la vapeur d'eau peut être réalisée à l'aide de procédés simples. Il paraît inutile de conserver le virus rabique dans des récipients lavés à l'azote, où le vide absolu a été réalisé, etc.

Il reste à se demander quelle relation peut exister entre l'humidité et la perte de virulence de la substance nerveuse rabique réduite en poudre. Ainsi que nous l'avons établi, la perte de virulence des moelles rabiques n'est pas la conséquence d'une action combinée de la température, de l'oxygène de l'air et de la dessiccation. Elle doit être rapportée à la propriété protéolytique qui se trouve dans le tissu nerveux comme dans tous les tissus en général. La présence de l'eau est la première condition de l'activité de ce facteur. La déshydratation de la poudre rabique, sa conservation en présence d'un corps, tel que la chaux, absorbant la vapeur d'eau, mettent le virus à l'abri de la protéolyse. Au contraire la restitution d'une trace d'humidité permet cette protéolyse, qui ne tarde pas à détruire le virus.

La séance est levée à $15^h 25^m$.

A. Lx.



ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 15 MAI 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence contestée du magnésium dans le pollen.* Note de M. GABRIEL BERTRAND.

La nécessité du magnésium pour le développement normal des espèces vivantes s'impose de plus en plus aux physiologistes. Il n'est donc pas étonnant que l'on ait rencontré jusqu'ici du magnésium dans tous les organismes et même dans toutes les parties de ces organismes. Une exception a cependant été signalée; elle est d'autant plus remarquable qu'il s'agit des grains de pollen, c'est-à-dire des cellules mâles chargées, chez les végétaux supérieurs, de la fécondation des ovules. Cette exception est du moins la conséquence des résultats publiés par Elser et Ganzmüller il y a quelques années et reproduits, depuis cette époque, par plusieurs ouvrages.

Dans une étude sur *la composition chimique de quelques sortes de pollen* (1), ces deux auteurs ont attaché une valeur particulière à l'analyse aussi complète que possible des cendres du pollen. Ils ont opéré sur trois sortes de pollen provenant de l'aune, du pin et du noisetier. Les espèces végétales en question ne sont pas désignées d'une façon plus précise dans le texte allemand que sous les noms de *Erle*, *Kiefer* et *Haselstaude*.

Pour les analyses chimiques, 2 à 3^g de chaque sorte furent calcinés dans une capsule de platine, les cendres traitées par l'acide nitrique au $1/5^e$, les solutions filtrées dans une fiole et le volume amené à 100^{cm^3}; le liquide

(1) *Zeits. f. physiol. Chem.*, 199, 1931, p. 21.

soumis, enfin, par portions aliquotes, aux divers dosages d'éléments minéraux. Notamment, « dans 20^{cm^3}, le calcium fut précipité de la manière connue à l'état d'oxalate », séparé après une nuit de repos par centrifugation et décantation, lavé trois fois de la même manière, puis titré au permanganate, après redissolution dans l'acide sulfurique.

Les auteurs ne disent pas s'ils ont vérifié que leur oxalate de calcium avait été suffisamment lavé pour ne pas renfermer d'oxalate magnésien. Ils ne donnent aucun détail sur la façon dont ils ont recherché le magnésium dans l'eau mère de précipitation du calcium. Ils rapportent, par contre, comme « particulièrement à noter ... l'absence complète du magnésium » dans le pollen d'aune; que ce métal « manque complètement aussi » dans celui du pin et dans celui du noisetier; et ils ajoutent dans leurs conclusions que « au point de vue de la physiologie alimentaire, il est tout à fait caractéristique que ... le magnésium manque complètement dans les trois sortes de pollen. Aucune trace de ce métal, soulignent-ils en terminant, ne se laissa démontrer ».

Il m'a paru nécessaire, tant au point de vue de la biochimie comparée des êtres vivants que de la connaissance intime des phénomènes de fécondation et de reproduction, de contrôler la réalité de l'exception relatée plus haut et, quel que soit le résultat obtenu, d'en étendre la portée par l'examen d'un plus grand nombre d'espèces de pollens.

Tenant à opérer dans des conditions aussi sûres que possible, en particulier à l'abri de proportions de poussières atmosphériques, peut-être magnésiennes, susceptibles d'influencer positivement les résultats des analyses, j'ai porté une grande attention à l'origine et au mode de récolte des pollens.

Le maximum de garantie a été réalisé avec le Lis blanc. Ayant cultivé la plante dans le jardin de l'Institut Pasteur et prélevé personnellement les anthères dans les fleurs prêtes à s'ouvrir ou à peine ouvertes, l'intervention des poussières atmosphériques a pu être à peu près totalement évitée. Les anthères ont été mises dans le vide en présence d'acide sulfurique, puis, une fois secs, passés au tamis de soie. En recommençant cette opération plusieurs années de suite, j'ai rassemblé environ 14^g de pollen sec. J'ai récolté dans des conditions analogues du pollen de maïs : tant sur des pieds de la plante, cultivée aussi plusieurs années de suite dans le jardin de l'Institut Pasteur, qu'une fois sur les pieds d'un champ situé en Vendée, j'ai enlevé les inflorescences mâles et les ai mises à sécher à la température ordinaire, entre des feuilles de papier; puis le pollen a été

séparé par tamisage. L'échantillon de pollen ainsi obtenu, du poids de $12^g,5$, était moins pur que le précédent, mais ne renfermait cependant, comme on le verra, qu'une proportion de poussières minérales extrêmement réduite, ne pouvant, semble-t-il du moins au premier abord, apporter de perturbation sensible dans la conclusion tirée de l'analyse.

En outre des pollens récoltés par moi-même, j'ai pu m'en procurer plusieurs autres sortes, grâce à l'obligeance de correspondants qui ont bien voulu les recueillir et les préparer dans des conditions aussi convenables que possible au cours de ces dernières années (²). Ces nouvelles sortes de pollens ont été choisies, les unes identiques ou voisines de celles analysées par Elser et Ganzmüller, les autres, au contraire, très différentes à la fois au point de vue botanique et au point de vue géographique.

La recherche du magnésium a porté, en définitive, sur les pollens provenant des espèces végétales suivantes :

Monocotylédones. — Maïs (*Zea mays* L.); Lis blanc (*Lilium album* L.); Dattier (*Phœnix dactylifera* L.) de l'Afrique du Nord; Palmier à huile (*Elæis guyneensis* Jacq.) de Sumatra.

Dicotylédones. — *a.* Gymnospermes; Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) de la région de Gap (Hautes Alpes); Pin maritime (*Pinus pinaster* Sol.) de la région de Dax (Landes).

b. Angiospermes; Aune vert (*Alnus viridis* D. C.) de la commune de Fontcouverte (Savoie).

Le but essentiel de ce travail étant de rechercher le magnésium dans les grains de pollen et, le cas échéant, de fournir de la présence de ce métal une démonstration incontestable, je n'ai pas cru pouvoir me contenter d'une méthode dite de microanalyse. Une telle méthode aurait beaucoup simplifié le travail, d'abord en n'exigeant que de petites quantités de pollen dont la récolte eût été facile, ensuite en abrégeant la durée des opérations analytiques; mais elle n'aurait pas permis une identification suffisante du magnésium. J'ai donc préféré une méthode permettant d'isoler le métal cherché, non seulement sous une forme définie et caractéristique mais, de plus, en quantité pondérable, de manière à pouvoir procéder, en terminant, à des réactions de contrôle définitives.

Quatre à cinq grammes de pollen, séchés à 100-105°, ont été calcinés à

(²) Je remercie en particulier M. Guinier, directeur de l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy, et M. le Prof. Edmond Sergent, directeur de l'Institut Pasteur d'Algérie, qui m'ont aidé dans cette phase de la recherche.

une température atteignant au plus le rouge sombre. Les cendres ont été arrosées d'acide chlorhydrique demi-normal, dans lequel elles se sont facilement et presque totalement dissoutes. La partie insoluble, lavée, séchée, calcinée et pesée, s'est présentée dans tous les cas comme un mélange à peu près exclusivement formé de sable et d'argile. La solution acide a été débarrassée du fer et précipitée, en réaction acétique, par l'oxalate d'ammoniaque. Le magnésium a été isolé après concentration des eaux mères et de lavage de l'oxalate calcique, à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien et pesé comme pyrophosphate (³).

Voici, rapportés à nos parties de matières sèches, les principaux résultats quantitatifs obtenus.

	Cendres		
	totales.	insolubles dans ClH.	Magnésium.
Maïs	3,371	0,347	0,117
Lis blanc	4,984	0,050	0,043
Dattier	7,682	1,744	0,279
Palmier à huile	6,946	0,172	0,308
Pin sylvestre	2,896	0,113	0,109
»	3,370	0,407	0,103
Pin des Landes	3,042	0,013	0,088
Aune vert	3,217	0,383	0,098

La présence de magnésium dans le pyrophosphate a été vérifiée par transformation en carbonate, puis en sulfate et production, avec ce dernier, des réactions caractéristiques de Schlagdenhauffen, dites à l'hypoiodite de magnésium (⁴) et de Cazeneuve-Feigl, à la diphénylcarbamide (⁵).

Tous les réactifs et l'eau distillée utilisés pour l'exécution des analyses ayant été purifiés au laboratoire et ne contenant pas de magnésium, il est possible d'affirmer que les précipités pesés comme pyrophosphate provenaient du pollen et étaient formés essentiellement de pyrophosphate de magnésium.

Reste à savoir si les faibles quantités de poussières minérales contenues,

---

(³) Pour les détails sur les méthodes d'analyses et autres points de la recherche voir le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

(⁴) Selon la technique de P. Remy-Genneté, *Bull. Soc. Chim.*, 5ᵉ série, 5, 1938, p. 666.

(⁵) P. Cazeneuve, *Comptes rendus*, 131, 1900, p. 346; F. Feigl et F. Neuberg, *Zeits. f. analyt. Chem.*, 62, 1923, p. 370; F. Feigl, *ibid.*, 72, 1927, p. 113 et 74, 1928, p. 399.

malgré les précautions prises, dans les échantillons de pollen pouvaient avoir apporté le magnésium dosé en fin d'analyse. Ces poussières, examinées après calcination, se sont montrées, ainsi qu'il a déjà été mentionné, constituées par du sable et de l'argile. Selon toute vraisemblance, elles provenaient du sol et avaient été transportées de celui-ci jusqu'aux étamines par l'effet du vent. Combien pouvaient-elles avoir apporté de magnésium ?

Les sols cultivés renferment, suivant leur origine, des proportions très variables de combinaisons magnésiennes. En tenant compte des analyses de terres rapportées dans la littérature scientifique et de celles que j'ai effectuées sur les terres du jardin de l'Institut Pasteur et du champ de Vendée, il est probable que les résidus argilo-sableux calcinés formant les cendres de pollen insolubles dans l'acide chlorhydrique étendu ne représentent pas des apports de magnésium d'un ordre de grandeur supérieur à 0,5 % de leur poids.

Dans ces conditions le calcul montre qu'il n'y a pas à tenir compte de l'apport des poussières minérales dans les résultats obtenus plus haut pour décider s'il y a ou non du magnésium dans les grains de pollen.

En définitive, la notion de l'absence complète du magnésium dans la poussière fécondante des fleurs ne peut provenir que d'une erreur analytique; ce métal est présent dans le pollen comme dans tous les organes des plantes.

M. F. A. Vening Meinesz fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé *Fundamental Tables for Regional Isostatic Reduction of Gravity Values*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *British Water Beetles*, by Frank Balfour-Browne. Volume I.

2° *Catalogus van den Historisch-Topografischen Atlas van het* Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen. Tweede Deel. *Topografische prenten en teekeningen*, beschreven door Dr. W. S. Unger.

3° *La « Geometria magna in minimis » del P. Zaragoza* por el Dr. Patricio Peñalver.

4° *As Previsões Económicas* por MOSÉS BENSABAT AMZALAK.

5° *Como perdemos Olivença* por J. M. DE QUEIROZ VELOSO.

6° *Aplicações da teoria do paralelismo das curvas torsas* por PEDRO JOSÉ DA CUNHA.

7° FAUNE DE FRANCE. 36. *Diptères nématocères* (Fungivoridae, Lycoriidae, Hesperinidae, Bibionidae, Scatopsidae, Phrynidae, Pachyneuridae, Blepharoceridae) par E. SEGUY (présenté par M. L. Bouvier).

M. **RENÉ DUBRISAY** adresse un Rapport relatif à l'emploi qu'il a fait de la subvention accordée sur la *Fondation Loutreuil* en 1938.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur des mouvements mixtes.* Note [1] de M. **V. DOBLIN**, présentée par M. Émile Borel.

Considérons une particule mobile ayant un mouvement aléatoire dans $(-\infty, \infty)$. Soit $F(x, y, s, t)$ la probabilité pour que la particule mobile, étant dans la position x à l'instant s, se trouve à l'instant t à gauche de y, probabilité que nous supposons indépendante du mouvement de la particule antérieurement à l'instant s. Nous faisons sur F les hypothèses de mesurabilité usuelles. F satisfera à l'équation fonctionnelle de Chapman.

Hypothèses. — Les fonctions $a(x, s)$ et $\sigma^2(x, s)$ étant bornées et continûment dérivables avec $\sigma > 0$, supposons que

$$(1)\qquad \frac{1}{t-s}\int_{|y-x|<\mu} (y-x)^i\, dy\, F(x, y, s, t) = A_i(x, s) + \mathcal{R}_i(x, \mu, s, t) \qquad (i=1, 2),$$

où

$$\lim_{\mu\to 0}\ \overline{\lim_{t\to s}}\ |\mathcal{R}_i(x, \mu, s, t)| = 0$$

uniformément par rapport à x et s, $A_1 = a$, $A_2 = \sigma^2$ et qu'il existe une fonction $G(x, y, s)$ telle que

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{1}{t-s}\displaystyle\int_{-\infty}^{y} d_z F(x, z, s, t) \to G(x, y, s) & \text{si } y < x, \\ \dfrac{1}{t-s}\displaystyle\int_{y}^{\infty} d_z F(x, z, s, t) \to G(x, \infty, s) - G(x, y, s) & \text{si } y > x, \end{cases}$$

en tout point de continuité y de la fonction $G(x, y, s)$, G satisfaisant aux

---

[1] Séance du 29 avril 1940.

conditions

$$(3)\qquad 0 = G(x, -\infty, s) \leqq G(x, x-0, s) = G(x, x+0, s) \leqq G(x, \infty, s) < K$$

(K étant une constante).

Sous ces hypothèses le mouvement de la particule se distingue du mouvement régulier d'une particule, régi par l'équation fonctionnelle que nous avons appelée équation de Kolmogoroff [2] (équation qui donne lieu sous les hypothèses indiquées sur a et σ à des équations aux dérivées partielles) par le fait que la particule peut avoir, en plus du mouvement continu, des sauts, la probabilité d'un saut entre s et $s+ds$, amenant la particule dans un intervalle (y_1, y_2) qui ne contient pas x (position de la particule à l'instant s), étant $[G(x, y_2, s) - G(x, y_1, s)]\,ds$. C'est un mouvement mixte [3].

Soit maintenant $U(x, y, s, t)$ la seule solution régulière de l'équation de Kolmogoroff, avec les coefficients $a(x, s)$, $\sigma(x, s)$.

Théorème. — 1° G est mesurable par rapport à x et s au sens de M. Borel et satisfait [si y est un point de continuité de $G(x, y, s)$] à

$$(4)\qquad G(x, y, s) = \lim_{t \succ s} \frac{1}{t-s} \int_s^t d\tau \int_z G(z, y, \tau)\, d_z U(x, z, s, \tau)$$

(condition toujours réalisée si G est continue). On a

$$(\text{I}.1)\qquad F(x, y, s, t) = \sum_{i=0}^{\infty} F_i(x, y, s, t),$$

la série étant normalement convergente si s et t sont bornés. F_n représentant la probabilité pour que la particule passant de x à l'instant s se trouve à l'instant t à gauche de y et qu'elle subit exactement n sauts;

2° On a

$$(\text{I}.2)\qquad F_n = \int_s^t d\tau \int_z \left[\int_{z'} F_{n-1}(z', y, \tau, t)\, d_{z'} G(z, z', \tau) \right] d_z F_0(x, z, s, \tau),$$

$$(\text{I}.3)\qquad F_0 = V_0 + \sum_{i=1}^{\infty} (-1)^n V_i, \qquad V_0 = U,$$

$$(\text{I}.4)\qquad V_i = \int_s^t d\tau \int_z V_{i-1}(z, y, t, \tau)\, G(z, \infty, \tau)\, d_z V_0(x, z, s, \tau).$$

---

[2] Cf. Doblin, *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 705.

[3] Cf. W. Feller, *Math. Ann.*, **113**, 1936, p. 113-160.

3° Par des calculs et des transformations faciles, on obtient, à partir de I,

$$(\text{H}\,1)\qquad F(x, y, s, t) = U(x, y, s, t) + \sum_{i=1}^{\infty} U_i(x, y, s, t),$$

$$(\text{H}\,2)\qquad U_i(x, y, s, t) = \int_s^t d\tau \int_z \left[\int_{z'} \{ U_{i-1}(z', y, \tau, t) - U_{i-1}(z, y, \tau, t) \} d_{z'} G(z, z', \tau) \right] d_z U(x, z, s, \tau).$$

Remarques. — De la forme (H) de la solution [forme de solution étudiée par M. Hostinsky et à laquelle aboutissent aussi les recherches de W. Feller (*loc. cit.*) qui l'obtient comme solution générale et unique d'une équation intégro-différentielle], on tire immédiatement F comme somme d'une série d'intégrales multiples d'ordres croissants. Toutefois, les termes de cette série n'ayant pas la signification stochastique simple qu'a F_n, il faut utiliser la forme I, si l'on veut avoir une formule significative terme à terme. En tout cas, lorsqu'on se donne arbitrairement a, σ et G satisfaisant aux conditions indiquées [en particulier à (4)], on calcule par les formules (I) ou (H) une même fonction F qui est solution de l'équation de Chapman et satisfait à toutes les conditions imposées, et c'est même, sous nos hypothèses, la solution générale et unique de l'équation de Chapman.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur l'équation de Riccati.* Note [1] de M. **D. Pompeiu.**

1. *Équation associée.* — Soit

$$(1)\qquad y' = py^2 + qy + r$$

une équation de Riccati, dans laquelle p, q, r sont des fonctions (continues et dérivables) de la variable x.

La dérivée, par rapport à y, du polynome en y, qui forme le second membre de (1), nous donne l'équation

$$2p\eta + q = 0$$

ou

$$\eta = -\frac{q}{2p} = k(x).$$

[1] Séance du 6 mai 1940.

Cette fonction étant définie, désignons par $f(x)$ les solutions de l'équation différentielle (1) et introduisons la fonction, ou plutôt les fonctions $\varphi(x)$ définies par la condition

$$f(x)+\varphi(x)=2k(x). \tag{2}$$

Il est clair que l'ensemble des fonctions $\varphi(x)$ est de même *structure* que l'ensemble des $f(x)$. Formons alors l'équation de Riccati à laquelle satisfait $\varphi(x)$: on trouve

$$\varphi'=p_1\varphi^2+q_1\varphi+r_1, \tag{3}$$

avec

$$p_1=-p, \qquad q_1=4pk+q$$

et r_1 (fonction des p, q, r et de leurs dérivées) indépendant de φ.

L'équation (3) est *l'équation associée* à (1) : si par un moyen quelconque on est arrivé à intégrer (1), l'équation (3) se trouve, par ce fait, elle-même résolue, à cause de (2).

Et réciproquement, car $f(x)$ et $\varphi(y)$ jouent le même rôle.

2. *Cas de réduction à une équation de Bernoulli.* — Donnons un exemple de réduction de l'équation de Riccati à une équation de Bernoulli.

Reprenons l'équation (1) et désignons par R une *primitive* de r; cette primitive sera précisée tout à l'heure.

On peut écrire (1) sous la forme

$$y'-R'=py^2+qy,$$

ou encore

$$y'-R'=p(y-R+R)^2+q(y-R+R),$$

et développant, après avoir posé

$$y-R=Y,$$

on trouve

$$Y'=pY^2+(2pR+q)Y+pR^2+Rq. \tag{4}$$

Si donc on a

$$pR+q\equiv 0$$

(ce qui précise la primitive R), alors (4) est une équation de Bernoulli, intégrable par suite à la manière d'une équation linéaire.

MÉCANIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur la théorie mathématique de la lubrication des coussinets.* Note [1] de M. **Alfred Rosenblatt.**

1. Considérons deux cylindres K_1, K_2 de rayons r_1, r_2, $r_2 > r_1$, K_1 dans K_2 placés extérieurement avec axes parallèles. Soient C_1, C_2 les cercles de la section transversale, O_1, O_2 les centres des cercles

$$O_1O_2 = \delta < d = r_2 - r_1.$$

Supposons que K_1 tourne avec la vitesse angulaire ω, que O_1 soit l'origine, O_1O_2 l'axe polaire des coordonnées polaires r, θ. La fonction Ψ de Stokes satisfait à l'équation

$$(1)\qquad \nu\Delta\Delta\Psi + \frac{1}{r}\{\Delta\Psi_r.\Psi_\theta - \Delta\Psi_\theta.\Psi_r\} = 0.$$

Posons

$$(2)\qquad \Psi = \Psi_0 + \sum_1^\infty \varepsilon^i \Psi_i, \qquad \varepsilon = \frac{\delta}{r_2}.$$

Les conditions aux limites sont

$$(3)\qquad \begin{cases} \Psi_\theta(r_1, \theta) = 0, & \Psi_\theta\left(r_2 \sum_0^\infty a_n \varepsilon^n, \theta\right) = 0, \\ \Psi_r(r_1, \theta) = c = r\omega_1, & \Psi_r\left(r_2 \sum_0^\infty a_n \varepsilon^n, \theta\right) = 0, \\ a_0 = 1, \quad a_1 = \cos\theta, \quad a_{2n-1} = 0, \\ n = 2, \ldots, a_{2n} = \begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ n \end{pmatrix} \frac{1}{2^{2n}} \left\{ 2\cos 2n\theta - \begin{pmatrix} 2n \\ 1 \end{pmatrix} 2\cos(2n-2)\theta + \ldots + (-1)^n \begin{pmatrix} 2n \\ n \end{pmatrix} \right\}. \end{cases}$$

2. On calcule successivement les Ψ_k,

$$(4)\qquad \nu\Delta\Delta\Psi_k + \frac{1}{r}\left\{ \sum_{m+n=k} \Delta\Psi_{mr}.\Psi_{n\theta} - \sum_{m+n=k} \Delta\Psi_{m\theta}.\Psi_{nr} \right\} = 0 \qquad (k = 2, 3, \ldots).$$

Posons

$$(5)\qquad \Psi_k = \sum_i^k A_{ki}\cos i\theta + \sum_i^k B_{ki}\sin i\theta + C_{ki},$$

$$(6)\qquad Z_{ks}^1 = A_{ks} + iB_{ks}, \qquad Z_{ks} = \Delta_s Z_{ks}^1 = \frac{d^2}{dr^2} Z_{ks}^1 + \frac{1}{r}\frac{dZ_{ks}^1}{dr} - \frac{s^2}{r^2} Z_{ks}^1,$$

---

[1] Séance du 12 février 1940.

on aura les équations avec $f' = k[r - (r_2^2/r)]$

$$
(7)\quad \rho\Delta_s Z_{ks} + \frac{isf'}{r} Z_{ks} = -\frac{i}{2r}\left\{ -\sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d+d'=s}} d' Z_{ldr} Z^{1}_{k-l,d'} + \sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d+d'=s}} d Z_{ld}\, Z'^{1}_{k-l,d'} \right.
$$

$$
- \sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d'-d=s}} d' \overline{Z}_{ldr} Z^{1}_{k-l,d'} + \sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d'-d=-s}} d' Z_{ldr} \overline{Z}^{1}_{k-l,d'}
$$

$$
\left. + \sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d-d'=s}} d Z_{ld}\, \overline{Z}^{1}_{k-l,d'} - \sum_{\substack{l\,|\,1,\ldots,k-1\\ d\,|\,1,\ldots,l\\ d'\,|\,1,\ldots,k-l\\ d-d'=s}} d \overline{Z}_{ld}\, Z^{1}_{k-l,d'} \right\}
$$

$$
+ \frac{i}{r}\sum_{l\,|\,1}^{k-1} s\, \Delta C_{lr} Z^{1}_{k-l,s} - \frac{i}{r}\sum_{l\,|\,1}^{k-1} s\, C'_{k-l} Z_{ls}.
$$

3. Ce sont des équations de Bessel. Pour $k = 1$, on obtient, en posant

$$
x = \frac{r}{r_2}, \qquad \zeta = mx, \qquad m = \sqrt{\frac{ikr_2^2}{\rho}}, \qquad k = \frac{cr_1}{r_1^2 - r_2^2},
$$

l'équation

$$
(8)\quad \frac{d^2 Z}{d\zeta^2} + \frac{1}{\zeta}\frac{dZ}{d\zeta} + Z\left(1 - \frac{n^2}{\zeta^2}\right) = 0 \qquad (n^2 = 1 + m^2).
$$

En posant

$$
(9)\quad a_{1i} = \int_{\frac{r_1}{r_2}}^{1} U_i(y)\, dy, \qquad a_{2i} = \int_{\frac{r_1}{r_2}}^{1} y^2 U_i(y)\, dy \qquad (i = 1, 2),
$$

où $U_i(y) = u_i(ym) = u_i(\zeta)$ sont deux solutions indépendantes de (8), on aura

$$
(10)\quad \left\{ \begin{aligned} Z_1(r) &= \frac{f''(r_2) r_2^3}{r(a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21})}\{(a_{21} - a_{11}) I_2 - (a_{22} - a_{12}) I_1\}, \\ I_i &= \int_{\frac{r_1}{r_2}}^{x} (x^2 - y^2) U_i(y)\, dy. \end{aligned} \right.
$$

AVIATION. — *Sur la stabilisation de certaines machines volantes plus lourdes que l'air.* Note de M. **Maurice Lamé**.

A l'occasion d'une Note (¹) présentée à l'Académie, il est rappelé que, dès 1920 (²), on a indiqué que la stabilisation de certaines machines volantes plus lourdes que l'air peut être obtenue à l'aide de dispositifs plaçant le centre de poussée d'Archimède du système en mouvement à une certaine distance au-dessus du centre de gravité et sur la même verticale.

ATOMISTIQUE. — *Sur la présence de l'élément* 85 *parmi les produits de désintégration du radon.* Note de M. **Horia Hulubei** et Mlle **Yvette Cauchois**, présentée par M. Jean Perrin.

Le 3 juillet 1939, dans une Note sur les spectres de l'émission propre ondulatoire du radon et de ses dérivés (¹), nous signalions *la présence, dans ces spectres, des raies suivantes, attribuables à l'élément* 85, *d'après la loi de Moseley* :

u. x................	1082,6	892	151
85................	$L\alpha_1$	$L\beta_1$	$K\alpha_1$

Nous nous proposions de publier simultanément, par la suite, les résultats plus complets de l'analyse spectrale avec reproduction de nos documents photographiques et ceux de l'étude chimique, alors en cours, en ce qui concerne spécialement cet élément.

Malheureusement nos travaux ont été interrompus par la guerre.

Nous croyons juste de rappeler aujourd'hui la prise de date en question quant à l'élément 85, car nous trouvons dans le dernier fascicule des *Helvetica Physica Acta* un article de M. W. Minder (²) déposé le 13 mars 1940 à cette revue et intitulé *Ueber die* β*-Strahlung des* Ra A *und die Bildung des Elementes mit der Kernladungszahl* 85.

Dans cet article l'auteur expose qu'il aurait mis en évidence, dans les émissions corpusculaires du radon et de ses dérivés, un rayonnement β

(¹) Étienne Oehmichen, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1355.

(²) Maurice Lamé, *L'Aérophile*, 28, 1920, p. 313.

(¹) Horia Hulubei et Yvette Cauchois, *Comptes rendus*, 209, 1939, p. 39.

(²) *Helvetica Physica Acta*, 13, II, 1940, p. 144.

très absorbable qu'il pense pouvoir attribuer à une désintégration du RaA, qui, dans ce processus, donnerait alors naissance à un atome de numéro atomique 85. Les réactions chimiques tentées par M. W. Minder pour appuyer cette interprétation ne peuvent et ne sont, même d'après lui, pas concluantes. M. W. Minder semble n'avoir pas eu connaissance de notre travail, qu'il ne cite pas dans sa publication.

L'objet de notre présente Note est de rappeler notre priorité quant à l'affirmation et à la production de preuves de l'existence de l'élément 85 parmi les produits de désintégration naturelle du radon.

Nous voudrions d'ailleurs insister sur le fait que l'observation des émissions que nous avons rapportées dès juillet 1939 constitue une preuve *directe* de la formation effective de l'élément 85.

MAGNÉTISME. — *Nouvelle action du magnétisme sur les solutions électrolytiques.* Note de M. **Georges Destriau**, présentée par M. Aimé Cotton.

Dans l'étude du moment magnétique des ions par la méthode de Faraday, on observe la dénivellation de la solution paramagnétique placée dans un champ magnétique non uniforme. Cette action mécanique sur la solution traduisant en fait l'action directe du champ sur les ions dispersés dans la phase liquide, il m'a paru vraisemblable que, réciproquement, en fixant la solution, il devait apparaître un certain gradient de concentration susceptible de se manifester par l'apparition d'une différence de potentiel entre électrodes placées en des points différents de la solution, les ions paramagnétiques se transportant vers les régions où le champ est maximum.

Ces vues ont été pleinement confirmées. J'utilise une cuve plate de cinq millimètres de largeur intérieure placée entre les pièces polaires, l'une cylindrique, l'autre tronconique, d'un électroaimant de Weiss. Ainsi le champ magnétique dans la cuve n'est pas uniforme, mais possède une symétrie radiale. Sur la face intérieure de la cuve, située du côté de la pièce polaire tronconique, je dispose une petite électrode centrale plane, et sur la face opposée (du côté de la pièce polaire cylindrique) je dispose une large électrode plane, évidée au contraire dans sa partie centrale.

Afin de réduire au minimum les forces électromotrices parasites, les électrodes sont formées du même métal que celui du sel en solution. Toutefois, dans le cas des métaux ferromagnétiques et pour réduire les actions mécaniques considérables qui se produiraient sur les électrodes,

je réalise ces dernières par des dépôts électrolytiques sur métal non magnétique (par exemple nickel sur armature de cuivre).

Malgré ces précautions il reste toujours une petite force électromotrice résiduelle inférieure à 0,1 volt qu'il est nécessaire de compenser. Les mesures peuvent s'effectuer par la méthode classique d'opposition. Pour obtenir des résultats comparables, il est tout à fait nécessaire de ne jamais laisser la cuve en circuit fermé, notamment lors des applications du champ magnétique.

J'ai particulièrement étudié le cas des électrodes de nickel (dépôt électrolytique de nickel sur cuivre) plongeant dans une solution saturée de sulfate de nickel. Pour un champ moyen de 9500 gauss à l'électrode centrale et de 6500 gauss de l'électrode annulaire, la force électromotrice qui apparaît ainsi est de 60 mV et correspond à une accumulation d'ions positifs au voisinage de l'électrode centrale (région du champ magnétique maximum). Cette force électromotrice est indépendante de l'importance de la force électromotrice résiduelle initiale due à la dissymétrie des électrodes : je retrouve la même valeur en partant de forces électromotrices résiduelles comprises entre 90 et — 80 mV; elle est de même indépendante du sens du champ, les ions s'accumulant dans la région où le champ est maximum quelle que soit son orientation.

Le phénomène n'est pas instantané; l'accumulation se produit peu à peu, l'équilibre étant finalement réalisé en une heure environ pour la cuve utilisée, puis quand on supprime le champ les concentrations s'égalisent à nouveau en deux à trois heures.

Pour obtenir des résultats exactement reproductibles il est nécessaire, avant d'effectuer des mesures, de maintenir la cuve au repos, après sa préparation, pendant 24 heures au moins, de manière à ce que la force électromotrice résiduelle soit parfaitement stabilisée.

On pourrait se demander si dans ces expériences n'interviennent pas les forces électromotrices d'aimantation plus spécialement étudiées par Hurmuzescu (1). Dans l'expérience précédente les forces électromotrices mesurées sont bien supérieures à celles observées par cet auteur. D'autre part les électrodes sont placées toutes deux dans le champ magnétique et les forces électromotrices d'aimantation sont en opposition, les intensités du champ au niveau des électrodes étant respectivement de 6500 à

(1) *Journal de Physique*, 3e série, 5, 1895, p. 119; *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 5, 1898, p. 27; *Congrès de Physique de* 1900, 2, p. 561.

9500 gauss. Pour de telles valeurs les forces électromotrices d'aimantation sont voisines de leurs valeurs de saturation, ces forces électromotrices d'aimantation doivent donc se neutraliser à peu près totalement.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la structure de l'ion négatif. Détermination du moment magnétique nucléaire.* Note de M. **Théodore V. Ionescu**, présentée par M. Aimé Cotton.

J'ai montré (¹) que les gaz ionisés possèdent des vibrations propres dues aux ions négatifs.

Toutefois il est probable que certains ions positifs possèdent, eux aussi, des vibrations propres.

La fréquence de vibration de ces ions correspond aux ondes radioélectriques courtes et ultra-courtes.

Dans cette Note je vais m'occuper de la structure de l'ion négatif et plus spécialement de l'ion négatif de l'hydrogène.

Supposons l'électron attaché à la molécule et situé dans le plan de rotation de cette molécule. L'électron tourne donc avec la molécule, tous les deux ayant la même vitesse angulaire ω. Il s'agit de voir à quelle distance r se trouve l'électron de l'axe de rotation.

En admettant que le moment cinétique de l'électron attaché est égal à $n(h/2\pi)$, où n peut avoir toutes les valeurs (probablement n est égal à l'unité dans le cas des ions stables) et que l'énergie de rotation de la molécule est égale à

$$h\nu = \frac{h^2}{8\pi^2 I_0} J(J+1),$$

avec

$$I_0 = \frac{h}{8\pi^2 cB}$$

(la notation étant celle couramment utilisée), on a

$$\omega = 2\pi\nu = 2\pi c BJ(J+1),$$

et

$$m\omega r^2 = 2\pi m r^2 c BJ(J+1) = \frac{nh}{2\pi},$$

(¹) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 70; **195**, 1932, p. 765 et 1008; **196**, 1933, p. 682 et 1873; **207**, 1938, p. 567.

d'où

$$r=\sqrt{\frac{h}{4\pi^2 mc\mathrm{B}}\left[\frac{n}{\mathrm{J}(\mathrm{J}+1)}\right]}.$$

Pour l'hydrogène $\mathrm{B}=60,87$ et $r=3,16.10^{-7}\sqrt{1/\mathrm{J}(\mathrm{J}+1)}$. L'électron attaché exécute un mouvement de précession dans le champ magnétique des noyaux. Si nous supposons les deux noyaux dans la position parallèle et si $g=2,785$ exprime le nombre des moments magnétiques nucléaires μ_p, pour chaque noyau (proton), et si μ_e est le moment magnétique de l'électron, la fréquence de précession ν_e de l'électron est donnée par

$$\nu_e=\frac{4\mu_e.\mu_p.g}{hr^3}=2,42.10^3[\mathrm{J}(\mathrm{J}+1)]^{\frac{3}{2}}.$$

Il est évident que le plus grand nombre des ions sont constitués par des molécules qui se trouvent, pour une température donnée, dans un état de rotation le plus probable.

Pour de très faibles pressions, on doit surtout trouver les fréquences de précession qui appartiennent à ces molécules.

Aux pressions plus grandes, de l'ordre de 10^{-4} mm de mercure, les ions négatifs, avec des J très grands, sont encore suffisamment nombreux pour être décelés. Aux mêmes pressions (10^{-4} mm de mercure) et pour de très petits J, le diamètre de l'ion étant très grand, ces ions sont empêchés de se former.

Dans le tableau suivant, je donne, pour des valeurs de J comprises entre 32 et 37, les valeurs de r, de ν_e, de λ_c (valeurs calculées), et les valeurs de λ_e trouvées expérimentalement par M. Vitale Majeru, valeurs qui ne sont pas encore publiées, mais qui ont été trouvées à l'aide d'une méthode déjà décrite ([2]).

Les valeurs de λ sont mesurées en centimètres.

J.	$r.10^9$.	$\nu_e.10^{-7}$.	λ_c.	λ_e.
32	9,7	8,3	361	363
33	9,43	9,09	330	330
34	9,16	9,93	302	302
35	8,9	10,82	277	276
36	8,66	11,76	255	254
37	8,42	12,76	235	227

([2]) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 131.

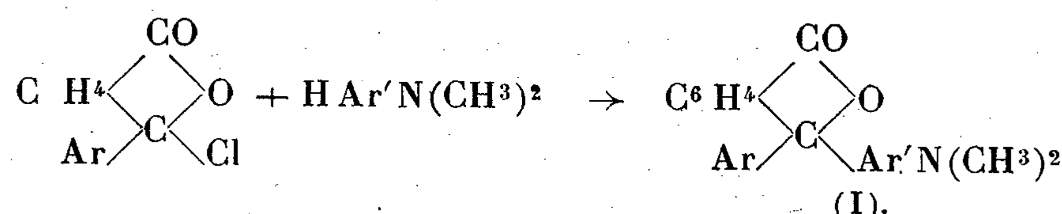
La concordance entre les valeurs calculées de λ et celles obtenues expérimentalement vérifie mes suppositions et montre qu'on a une nouvelle possibilité pour la détermination du moment magnétique nucléaire des autres éléments.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diarylphtalides dissymétriques dérivés de dialcoylanilines*. Note de M. **Buu-Hoï**, présentée par M. Marcel Delépine.

L'étude des propriétés des diphénylphtalides substitués présente un grand intérêt en raison des liens qui relient ces substances à la classe des phtaléines. Or, si les travaux de Baeyer (1), d'Orndorff (2) et de Lin-Che-Kin (3) ont fait connaître les propriétés de nombreux diphénylphtalides hydroxylés, aucune méthode générale n'a été décrite jusqu'ici, permettant la synthèse des dialcoylaminodiphénylphtalides correspondants.

Otto Fischer et Rümer (4) ont bien obtenu quelques phénoldiméthylanilinephtaléines par condensation de l'acide 4-diméthylaminobenzoylbenzoïque avec les phénols au moyen d'acide sulfurique concentré, mais cette méthode ne s'applique qu'aux phénols et, d'autre part, elle n'est pas démonstrative en raison de la possibilité de réactions parasites parallèles (cyclisation en anthraquinones, coupure de l'acide cétonique mis en jeu, échange de noyaux etc.).

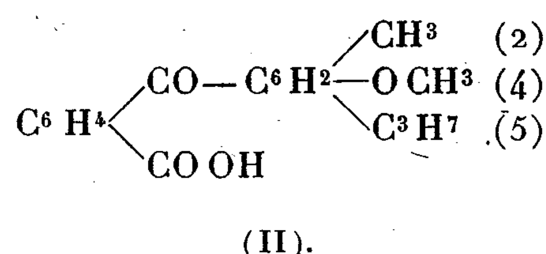
J'ai trouvé que les chlorures d'acides aroylbenzoïques réagissent facilement (sous leur forme pseudo) avec les dialcoylanilines en présence de chlorure d'aluminium fournissant, par une réaction univoque, des diarylphtalides dialcoylaminés (I) :

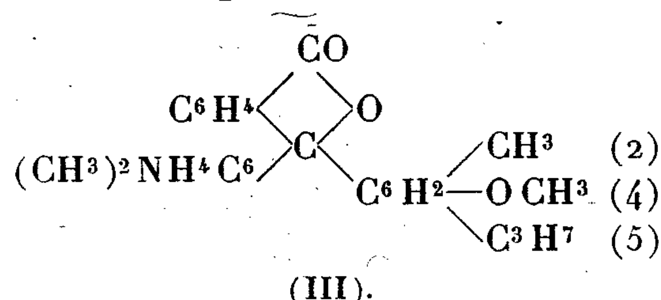


Mode opératoire type. — 4g d'acide *o*-(méthyl-4-thymoyl)-benzoïque (II) sont transformés en pseudochlorure par $SOCl^2$. On ajoute à froid du benzène anhydre et 4g de diméthylaniline. L'addition de 4g de $AlCl^3$ en poudre provoque un abondant

(1) *Liebig's Annalen*, **354**, 1907, p. 185; **372**, 1909, p. 91.
(2) *J. Amer. Chem. Soc.*, **39**, 1917, p. 679, 697.
(3) *Annales de Chimie*, 11e série, **13**, 1940, p. 317.
(4) *Ber. deutsch. chem. Ges.*, **42**, 1909, p. 2934.

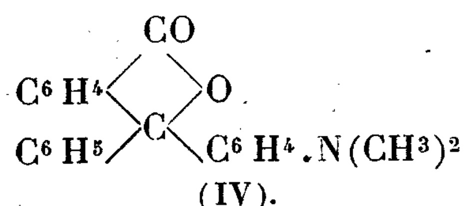
dégagement de ClH et l'apparition d'une coloration violette intense. Après une nuit de repos, le mélange est décomposé par SO^4H^2 dilué, le benzène et la diméthylaniline entraînés par la vapeur d'eau et le résidu obtenu est recristallisé dans le chloroforme. Le (méthyl-4-thymol)-4'-diméthylaminophénylphtalide (III) se présente sous forme de gros cristaux incolores, insolubles dans la potasse aqueuse, solubles en rouge foncé dans SO^4H^2 pur. F. 207-208° (avec décomposition) :

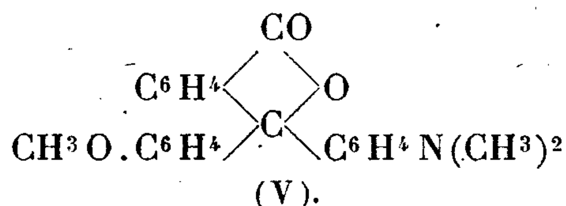


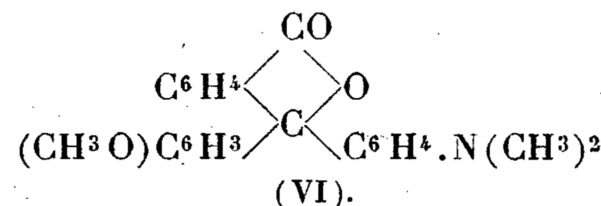


(II). (III).

La même technique, appliquée à l'acide orthobenzoylbenzoïque, donne une résine incolore qui cristallise par addition d'éther. Le phényl-4'-diméthylaminophénylphtalide (IV) se dissout dans SO^4H^2 pur avec une coloration jaune orange. F. 160° environ (avec décomposition). L'acide 4-méthoxybenzoylbenzoïque conduit au 4-méthoxyphényl-4'-diméthylaminophénylphtalide (V) ou méthyléther lactonique de la phénoldiméthylanilinephtaléine de Fischer. Substance amorphe, qui, purifiée par précipitation fractionnée de ses solutions alcooliques, fond vers 76-77° et donne des solutions sulfuriques rouges. Enfin, l'acide 2.5-diméthoxybenzoylbenzoïque donne le 2.5-diméthoxyphényl-4'-diméthylaminophénylphtalide (VI) ou diméthyléther lactonique de la résorcinediméthylanilinephtaléine. C'est une poudre amorphe, incolore (F. 235° avec décomposition), donnant des solutions sulfuriques bleu vert foncé avec virage au violet par addition de quelques gouttes d'eau :

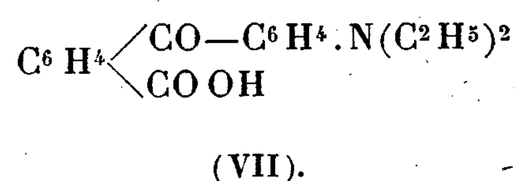


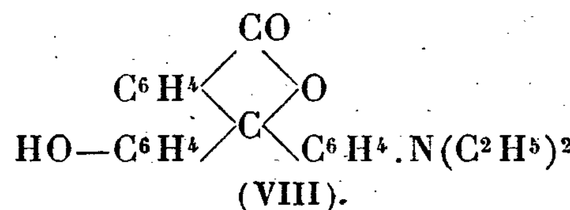




(IV). (V). (VI).

Tous ces phtalides aminés sont très faiblement basiques et ne donnent aucune coloration au contact des alcalis. Pour qu'il y ait coloration, il faut introduire un hydroxyle phénolique dans la molécule. De telles phtaléines *amphotères* peuvent s'obtenir aussi par la méthode décrite plus haut : le pseudochlorure de l'acide 4'-diéthylaminobenzoylbenzoïque (VII) réagit par exemple avec le phénol en présence d'$AlCl^3$ pour donner la phénoldiéthylanilinephtaléine (VIII) sous forme d'une résine qu'on purifie par dissolution dans la soude diluée et reprécipitation. Recristallisée dans l'alcool dilué, c'est une poudre incolore (F° 105-106° avec décomp.) donnant des solutions bleu violacé avec les alcalis, et jaunes avec SO^4H^2 :





(VII). (VIII).

En résumé *a. Les dialcoylaminodiarylphtalides ont été obtenus par la réaction de Friedel et Crafts selon deux voies différentes; b. celles de ces substances qui ne possèdent pas d'hydroxyle phénolique libre ne donnent aucune coloration en milieu alcalin; c. pour qu'un diarylphtalide soit une phtaléine véritable, il faut et il suffit qu'il y ait coexistence sur les deux noyaux benzéniques soudés au carbone méthanique central, soit de deux hydroxyles phénoliques* (3), *soit d'un hydroxyle phénolique et d'un groupe dialcoylaminé.*

Ce fait semble être en contradiction avec les deux théories récentes des colorants organiques, la théorie ionique de Dilthey et Wizinger (5) et la théorie quantomécanique de C. R. Bury (6) et de B. Eistert (7). Il s'explique très bien, comme nous le montrerons dans un autre Recueil, si l'on admet pour cause de la coloration des phtaléines une interaction particulière entre un noyau quinonique et un hydroxyle phénolique ou un radical dialcoylaminé, selon les conceptions de Mme Ramart-Lucas (8).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la phénologie de* Melandrium album (*Miller*) *Gke parasité par* Ustilago violacea (*Pers.*) *Fuck.* Note de M. **William Henri Schopfer**, présentée par M. Marin Molliard.

L'action d'*Ustilago violacea*, parasitant les anthères de *Melandrium album* et déterminant dans les fleurs femelles le développement des rudiments d'étamines, est bien connue depuis les travaux classiques de Tulasne, de Cornu, de Giard et de Magnin. Au cours de recherches sur la physiologie d'*Ustilago* et celle de *Melandrium*, nous avons été amené à étudier la phénologie de *Melandrium* en fonction de l'infection. Il existe un dimorphisme sexuel net de l'inflorescence; chez la plante mâle, elle est plus fortement ramifiée et porte plus de fleurs que chez la femelle. Dans nos cultures, les plantes mâles fleurissent plus tôt que les plantes femelles et leur période de floraison dure plus longtemps. Nous avons cherché à exprimer quantitativement ces différences en suivant au cours de tout leur développement un certain nombre de plantes des deux sexes, saines et

(5) *Organische Farbstoffe* (Bonn, 1933).
(6) *J. Amer. Chem. Soc.*, 57, 1935, p. 2116.
(7) *Tautomerie und Mesomerie* (Stuttgart, 1938).
(8) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1094 et 1312.

infectées. Toutes les plantes étaient cultivées dans les mêmes conditions et en observation depuis trois à quatre ans. Nous n'avons considéré que les plantes totalement infectées et éliminé celles qui pouvaient être soupçonnées d'infection latente.

	♂ sains.	♂ infectés.	♀ saines.	♀ infectées.
Nombre de plantes..........	20	3	17	7
Nombre total de fleurs......	10097	1888	993	2188
Moyenne par plante.........	504,85	629,33	58,41	312,57

Nous constatons que la plante mâle saine porte presque 9 fois plus de fleurs que la femelle saine; chez cette dernière, l'infection détermine une forte augmentation du nombre des fleurs.

Les différences sont encore plus marquées si l'on considère non seulement le nombre total de fleurs produites, mais aussi le rythme de leur apparition.

Nous avons réparti les observations sur 8 périodes et pour chacune d'elles, nous déterminons le nombre moyen de fleurs par plante.

	♂ sains.	♂ infectés.	♀ saines.	♀ infectées
I. Du 12 au 30 mai..................	4,5	0	0,47	3
II. Du 31 mai au 13 juin.............	38,90	25,67	8,29	26,57
III. Du 14 au 29 juin................	107,9	115	**20,71**	**83,43**
IV. Du 30 juin au 14 juillet...........	**131,1**	156	7,24	75,14
V. Du 15 au 28 juillet...............	103,45	**160,33**	6,53	55,57
VI. Du 29 juillet au 30 août..........	104,90	149,67	**13,41**	60,86
VII. Du 31 août au 4 septembre.......	13,45	20,33	1,70	7,86
VIII. Du 5 septembre au 18 novembre...	0,65	2,33	0,06	0,14

Les fleurs mâles apparaissent selon un rythme continu avec un maximum net au cours de la quatrième période; du 14 juin au 14 juillet, le nombre de fleurs produites reste élevé. Les plantes mâles infectées ne diffèrent pas sensiblement des saines. Les fleurs femelles se forment selon un rythme discontinu, avec deux maxima correspondant aux périodes III et VI. Chez les plantes femelles infectées, la discontinuité du rythme s'atténue manifestement, et du 14 juin au 14 juillet, la production reste forte. Soit par le nombre de fleurs formées, soit par le rythme de leur apparition, les plantes femelles infectées acquièrent le type mâle.

On pourrait penser que le champignon provoque la production d'hormones de floraison, ou même qu'il produit des substances agissant comme telles. L'action hormonale directe d'*Ustilago* n'est pas exclue et donne lieu actuellement à des recherches. Cependant une explication plus

simple et plus plausible peut être donnée de ces phénomènes. On s'explique facilement le dimorphisme de l'inflorescence présenté par les mâles et les femelles sains; la production de l'ovaire et la formation du fruit nécessitent un apport d'aliments plastiques tel que le développement de nouvelles fleurs est momentanément empêché. Ces dernières ne peuvent se former à nouveau que lorsque la première série a conduit ses ovaires à un degré avancé de développement. D'autre part on sait qu'un organe apical en voie de formation inhibe parfois par voie hormonale le développement des organes inférieurs. L'ovaire des fleurs complètement infectées reste petit, non fonctionnel, et les styles sont courts; le fruit se développe mal ou pas du tout; dans ce cas, il est normal que l'inhibition admise pour les plantes femelles saines ne se manifeste pas ou que beaucoup plus faiblement.

On est en droit de parler de l'inversion d'un caractère lié au sexe par suppression partielle ou complète d'une inhibition.

Ce phénomène est surtout local; des expériences de greffe [1] nous prouvent qu'un hypobiote femelle sain ne subit pas, du point de vue qui nous intéresse, l'influence d'un épibiote mâle infecté ou sain, ou femelle infectée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une action de nature hormonale exercée par le tissu embryonnaire de* Vicia Faba. Note de M. **Roberto Savelli**, présentée par M. Marin Molliard.

Le but de cette Note est de montrer un moyen très simple de se servir du pollen pour déceler certaines propriétés stimulantes du tissu des jeunes embryons de plantes supérieures, et que ces propriétés sont dues à des substances spéciales. Il n'y a pas lieu ici d'épiloguer sur la légitimité de certaines extensions du mot *hormone*; quant à nous, nous entendons par là *des substances diffusibles capables de provoquer à doses faibles des effets remarquables (en général de catalyse) sur les fonctions de cellules autres que celles qui les ont produites*. Du point de vue strictement expérimental, il nous semble d'importance secondaire qu'un rapport de cette nature existe de manière normale et physiologique dans un organisme, ou bien, au contraire, qu'on puisse le provoquer artificiellement dans un assemblage hétérogène : ces cas ne manqueront pas d'éclaircir le mécanisme de ceux-là.

---

(1) W. H. Schopfer et S. Blumer, *Actes Soc. helvét. Sc. Nat.*, 1939, p. 61.

Nous avons montré que le degré d'allongement des tubes polliniques, et parfois la germination même du pollen, sont, en milieu artificiel, sous la dépendance du nombre des grains renfermés dans un volume donné du liquide; les potentialités de toute la collectivité dont il fait partie influant sur l'activité de chaque grain. D'où l'idée de *collectivité faible* et *collectivité forte*, termes conventionnels, dont nous allons tâcher de préciser la valeur. Pour certains pollens, dont les grains se refusent à germer si la collectivité dont ils font partie n'atteint pas une valeur numérique donnée, la définition de *collectivité faible* est très nette, c'est *toute collectivité dont l'entité numérique demeure au-dessous de celle que requiert la germination.* Il va sans dire que nous nous rapportons toujours à un volume donné d'une solution donnée. Dans un esprit d'uniformité, qui facilite la comparaison, nous adopterons désormais, sauf cas particuliers, la solution de lactose 20 % ; néanmoins le concept demeure relatif, car une collectivité qui est *faible* à 10° peut ne plus l'être à une température sensiblement plus élevée; en outre il faut tenir compte de l'état physiologique du pollen, par exemple, une association de grains de pollen d'*Orobanche crenata* est toujours une *collectivité faible;* mais si le pollen est un peu vieilli il se peut qu'une association de 60-70 et même 100 grains de pollen se comporte encore en *collectivité faible.*

Justement une association de 20 grains de pollen de *O. crenata* en goutte pendante (1/60$^{cm^3}$ de lactose à 20 %) sert à préparer un *test* auquel nous avons coutume de rapporter nos essais et nos mesures; mais, si dans un but de démonstration *ad abundantiam* nous voulons nous passer de ce souci d'uniformité, nous pouvons montrer que, dans les conditions ordinaires de milieu (12°-14°), même une collectivité d'environ 40 grains se comporte en collectivité faible et ne germe pas; ajoutons que, si dans les 48 heures la germination n'a pas commencé, on peut tenir pour certain qu'elle ne se fera plus jamais. Mais si, au moment de l'ensemencement du pollen, nous plongeons aussi dans la goutte un petit morceau d'embryon de *Vicia Faba,* alors une collectivité bien moindre, même de 10-15 grains seulement, germe rapidement, et les tubes, après 36 heures, atteignent jusqu'à 640$^{\mu}$ et davantage.

C'est une réaction très sensible et qui ne fait jamais défaut; ses manifestations sont très apparentes; et cependant nous ne répéterons jamais assez qu'il s'agit d'une stimulation *relative*, qui n'obtient une réponse qu'en tant que le pollen réagissant n'est pas en collectivité forte. La stimulation devient de moins en moins efficace à mesure que la collectivité pollinique

s'éloigne des conditions de collectivité faible pour se rapprocher de celles de collectivité forte. Autrement dit, cette stimulation, si puissante et si catégorique sur des grains de pollen qui, par eux-mêmes, n'auraient pu germer, demeure incapable d'élever le maximum absolu d'allongement que le tube est capable d'atteindre, en collectivité forte, dans un milieu donné. L'activité est plus grande de la part des tissus d'embryon jeune; elle décroît à mesure que l'embryon grossit; des morceaux d'embryon sec et mûr sont inactifs. L'albumen, le stigmate et le parenchyme des feuilles sont inactifs. Les rapports biologiques bien connus entre la fève et l'Orobanche n'y entrent pour rien, car le phénomène se manifeste pour beaucoup d'autres pollens. L'action spéciale du tissu embryonnaire est due à quelque substance, car elle n'est nullement liée à la vitalité de ce tissu. Traité à l'autoclave pendant une heure environ, en atteignant 120° pendant quelques minutes, ses propriétés stimulantes ne sont pas supprimées, elles sont seulement un peu affaiblies.

GÉNÉTIQUE. — *Sur l'hérédité des caractères spécifiques des mâles appartenant à deux espèces de Gryllides*, Gryllus campestris *L. et* Gr. bimaculatus *de Geer*. Note de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'ai montré (¹) que la comparaison directe entre les moyennes des caractères des deux espèces de Gryllides, *Gryllus campestris* et *Gr. bimaculatus*, et de leurs hybrides réciproques, ne pouvait, pour deux raisons, donner de résultats exacts. D'une part les moyennes des hybrides sont amplifiées en raison du phénomène d'hétérosis et, d'autre part, toutes les moyennes sont plus ou moins affectées, et cela dans des proportions différentes, par l'allométrie (dysharmonie) de croissance et de taille des gros exemplaires contenus dans les lots étudiés. J'ai proposé, comme instrument de comparaison, des *moyennes arbitraires théoriques* pour les hybrides et indiqué la méthode à employer pour établir leur calcul.

Le tableau ci-après donne le produit par 100 des rapports entre

1° les moyennes des caractères homologues des espèces *C* et *B* (ligne I);

2° les moyennes théoriques des caractères des hybrides réciproques *CB* et *BC* et les moyennes des espèces parentes (lignes II à V);

(¹) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 635.

3° les moyennes théoriques des caractères homologues chez les hybrides réciproques (ligne VI) (ex. : $Fe_B:Fe_C$, $Ti_B:Ti_C$, $Fe_{BC}:Fe_{CB}$, etc.

	Fe.	Ti.	Ai.	El.	Et.	Pa.	Pp.	Pl.	Tt.	Th.
I. *B*:*C*.........	105	113	218	109	95	86	97	99	80	76
II. *CB*:*C*.......	104	108	197	103	98	96	99	100	94	93
III. *CB*:*B*.......	99	95	90	94	102	111	101	100	117	121
IV. *BC*:*C*.......	105	107	215	110	100	92	99	100	87	84
V. *BC*:*B*.......	100	94	99	101	105	106	102	100	109	110
VI. *BC*:*CB*......	101	99	109	107	102	96	101	100	93	91

Longueurs respectives : Fe, des fémurs; Ti, des tibias postérieurs; Ai, des ailes; El, des élytres; Pl, du pronotum; Et, largeur des élytres; Pa, largeur antérieure du pronotum; Pp, largeur postérieure du pronotum; Tt, largeur de la tête; Th, hauteur de la face.

Le nombre total des Grillons mesurés est de 822, dont 201 ♂ *campestris* appartenant à des souches provenant de divers points de France, 274 ♂ *bimaculatus* provenant d'une souche de Nice et d'une souche des îles Açores, enfin, 147 ♂ *CB* et 200 ♂ *BC* issus de nombreux couples répondant à ces deux combinaisons de croisements. Les diverses souches de *bimaculatus* et de *campestris* ont été utilisées pour la constitution de ces couples.

La comparaison entre les deux espèces de Grillons, ainsi qu'entre les parents et leurs hybrides, au moyen des nombres du tableau, devient parfaitement aisée. On remarque ainsi (ligne I), que tous les caractères varient plus ou moins d'une espèce à l'autre, sauf les caractères Et, Pp, Pl, dont les différences, chez les deux espèces parentes *C* et *B*, sont peu significatives et sont également peu significatives chez les hybrides. L'espèce *bimaculatus* se distingue par une longueur plus grande des organes du vol (Ai 218 %, El 109 %) et des pattes postérieures (Fe 105 %, Ti 113 %), ainsi que par des dimensions plus petites de la tête et du bord antérieur du pronotum (76-86 %). A part les ailes, qui n'ont ici qu'un intérêt relatif, car elles sont sujettes à d'importantes fluctuations individuelles, les caractères morphométriques d'ordre spécifique sont, par ordre d'importance taxonomique : Th, Tt, Pa, qui, combinés avec Ti, El et Fe, vont former, en raison de leurs divergences opposées dans chacune des espèces, des indices qui pourront séparer les formes *C* et *B*.

Évidemment, parmi ces combinaisons, c'est l'indice Th : Ti qui possède le plus grand pouvoir séparateur, et l'indice Pa : Fe le plus faible. En effet, la différence des valeurs des deux indices par rapport aux indices de *B*, en pour 100 de ces derniers, est respectivement de 48 et 22 %.

L'examen du tableau permet les constatations suivantes :

1° *Comparaison entre ♂ CB et ♂ des espèces parentes C et B.* — Les hybrides *CB* ♂ ressemblent aux ♂ *C* (ligne II) par les proportions de la tête et par celles de la largeur antérieure du pronotum, puisqu'on relève 93 % pour Th, 94 % pour Tt et 96 % pour Pa des dimensions de *C*. Si, pour les mêmes caractères, on compare cet hybride *CB* à l'espèce *B* (ligne III), on constate qu'il est beaucoup plus éloigné de *B* que de *C*. En effet Th, Tt et Pa représentent respectivement 121, 117 et 111 % des caractères homologues de *B*. La comparaison des pattes et des élytres donne des résultats tout différents. Pour ces deux caractères les rapports avec *campestris* se traduisent par 104 % pour Fe, 108 % pour Ti, 103 % pour El. Par rapport à l'espèce *B*, les chiffres respectifs sont de 99, 95 et 94 % de *B* pour ces mêmes caractères. Ainsi, pour les divers appendices, l'hybride *CB* est diversement intermédiaire entre les parents, mais il manifeste une affinité prononcée avec le parent *C* pour les caractères qui correspondent à la partie antérieure du corps (caractères liés au sexe). Les ailes (caractère dominant) sont 197 % de *C*, mais ne sont pas égales aux ailes de *B*, dont elles ne représentent que 90 %. Pour un tableau de corrélation, les indices séparateurs entre *CB* et les espèces parentes seront Th : Ti et Tt : Ti.

2° *Comparaison entre ♂ BC et ♂ des espèces parentes C et B* (lignes IV et V). — A l'encontre des hybrides *CB*, les réciproques *BC* sont plus proches de *B* que de *C* par tous les caractères. Toutefois, exception doit être faite pour les tibias, qui sont intermédiaires et également distants de *C* et de *B*, caractéristique que ne révèle pas l'observation, mais qui résulte de la comparaison des chiffres. Entre *B* et *C* la différence est de 13 % ; par ailleurs, $Ti_{BC}:Ti_C = 107$ % et $Ti_{BC}:Ti_B = 94$ %, donc des écarts de 7 et 6 %, c'est-à-dire, dans un cas comme dans l'autre, environ la moitié de l'écart entre les deux parents.

3° *Comparaison entre* ♂ *BC* et ♂ *CB* (ligne VI). — Les hybrides réciproques se différencient les uns des autres par El et Ai, relativement plus longs (7 et 9 %) chez *BC* et par Tt et Th qui sont au contraire plus petits (7 et 9 %) chez ce même *BC*. Cette différence des caractères chez les hybrides réciproques, la seule vraiment importante, permet de les séparer sur les tableaux de corrélation de mesures individuelles.

Ce mode de comparaison des divers Gryllides est plus simple, mais moins significatif que celui qui résulte du calcul des taux d'hybridation. Toutefois, basé sur les rapports entre les *moyennes théoriques* des caractères des hybrides et les grandeurs moyennes des caractères homologues

des parents, il permet de confronter les diverses données numériques et apporte plus de précision que les méthodes habituelles de comparaison directe des valeurs des caractères ou des indices.

TÉRATOGENÈSE. — *Sur la spécificité de l'action tératogène de la colchicine chez l'embryon de Poulet.* Note de M. **Paul Ancel** et Mme **Suzanne Lallemand**, présentée par M. Maurice Caullery.

La colchicine a permis d'obtenir, chez l'embryon de Poulet, une monstruosité qu'on ne rencontre pas à l'état spontané chez cet Oiseau (1). Cette monstruosité est connue en France sous le nom de *chélonisomie* ou de *strophosomie*.

Une dose de colchicine de 5/10000e de milligramme, déposée en solution aqueuse sur l'embryon de Poulet à la 48e heure de l'incubation, a déterminé l'apparition de la strophosomie dans une proportion de 25 %.

Cette action de la colchicine est-elle spécifique?

Divers auteurs ont introduit dans l'œuf de Poule des substances chimiques variées et n'ont obtenu aucun strophosome. Ces résultats négatifs n'ont cependant aucune valeur démonstrative en ce qui concerne la spécificité de l'action tératogène strophosomique de la colchicine; la plupart de ces expériences, en effet, ont été faites sur des œufs non incubés, ou au cours des 24 premières heures de l'incubation, alors que la colchicine n'a fait apparaître des strophosomes que lorsqu'elle était déposée sur l'embryon après la 40e et avant la 68e heure de l'incubation.

De nouvelles recherches ont été entreprises dans nos laboratoires par Gilbert Ancel, Aziz Awad et nous-mêmes, sur le pouvoir tératogène de diverses substances expérimentées dans des conditions identiques à celles réalisées pour l'étude de la colchicine. Gilbert Ancel (2) a étudié l'action tératogène de corps caryoclasiques comme la colchicine et il a constaté qu'aucun strophosome ne peut être obtenu à l'aide de la trypaflavine, de

(1) Mme S. Lallemand, *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 1446; P. Ancel et S. Lallemand, *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1939, p. 1896.

(2) *Recherches sur l'action tératogène comparée de la colchicine et d'autres substances chimiques sur l'embryon de Poulet* (*Thèse de Pharmacie*, Strasbourg, 1940).

l'arséniate de sodium et de l'hydrate de chloral. Aziz Awad ([3]), ayant fait l'hypothèse que le noyau phénanthrène était en relation avec l'action tératogène strophosomique de la colchicine, a étudié la puissance tératogène de la thébaïne, de l'ouabaïne et de la boldine. Aucun de ces corps n'a donné naissance à des strophosomes. Il en a été de même à la suite des essais faits avec une solution huileuse saturée de phénanthrène.

De notre côté, nous avons étudié l'action tératogène de substances très différentes les unes des autres au point de vue chimique : des subtances possédant un noyau phénanthrène : morphine, héroïne, folliculine, testostérone, sels biliaires (mélange de glycocolate et de taurocholate de soude, Poulenc), d'autres ayant, comme la colchicine, une fonction amide : l'acétanilide, la tryparsamide (sel de sodium de l'acide N-phénylglycinamide-*p*-arsénique), la tochlorine (paratoluène-sulfochloramide sodée), la para-aminobenzène sulfamide ou 1162 F., enfin une saponine et le cacodylate de sodium, signalé par Dustin comme un corps doué d'un grand pouvoir caryoclasique. Aucune de ces substances n'a amené l'apparition d'un seul monstre strophosome.

La colchicine, dans nos expériences, avait, en plus des strophosomes, donné naissance à de nombreux monstres célosomiens ([4]). Des recherches de nos collaborateurs et des nôtres, il résulte que la plupart des substances expérimentées sont douées de la même propriété, puisqu'à des doses appropriées, certaines d'entre elles ont fait apparaître une proportion de 40 à 80 % de célosomiens.

La conclusion qui découle des recherches de nos collaborateurs et des nôtres est donc que la colchicine, déposée sur l'embryon de Poulet à la 48e heure de l'incubation, est douée d'un pouvoir tératogène strophosomique spécifique et d'un pouvoir tératogène célosomique non spécifique.

De toutes les recherches de tératogénie expérimentale entreprises sur des embryons de Vertébrés supérieurs il résulte, en définitive, qu'il existe des substances capables de produire spécifiquement certaines monstruosités. La première démonstration en a été fournie par la production de l'intersexualité sous l'influence des hormones génitales, la seconde par la réalisation de la strophosomie à l'aide de la colchicine. Comme on

---

([3]) *Recherches sur l'action tératogène de substances à noyau phénanthrène* [*Thèse de Pharmacie*, Strasbourg, 1940 (sous presse)].

([4]) P. Ancel et S. Lallemand, *C. R. Soc. Biol.*, 130, 1930, p. 1399.

sait, d'autre part, que certaines monstruosités, telles que la célosomie, peuvent être produites par de nombreux agents,[1] il apparaît que les monstruosités dont la cause ne réside pas dans la constitution du germe peuvent être divisées en deux groupes, pour chacun desquels le mécanisme de l'action des agents tératogènes reste à préciser.

La séance est levée à 15h25m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE FÉVRIER 1940 (*suite*).

Una teoria sobre el Mecanismo de la Acomodacion ocular, par EDUARDO ROMERO ROBLES. Madrid, Sociedad Malaguena de ciencias *c*, 1939; 1 fasc. 24cm.

Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'air. *Introduction à l'étude des groupes motopropulseurs mettant en jeu les vitesses supersoniques,* par DIMITRI RIABOUCHINSKY. Paris, Ed. Blondel La Rougery et Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 27cm.

Les ennemis des abeilles, par CONSTANTIN TOUMANOFF. Hanoï, Imprimerie d'Extrême-Orient, 1939; 1 vol. 27cm,5.

Nouvelle collection scientifique. *Les hautes températures,* par GUSTAVE RIBAUD. Paris, Librairie Félix Alcan, 1939; 1 vol. 19cm (présenté par M. Em. Borel).

Bibliothèque scientifique belge. *Équilibres chimiques et Métallurgie,* par MAURICE REY. Paris, Dunod, 1939; 1 vol. 19cm (présenté par M. L. Guillet).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 20 MAI 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une loi corrective de la loi de Newton.* Note de M. **Jean Chazy.**

Plusieurs astronomes ont étudié récemment la loi de force définie sur le segment joignant deux points matériels de masses m et m' situés à la distance r par la valeur algébrique

$$(1) \qquad -\frac{fmm'}{r^2}\left(1+\varepsilon\frac{dr}{dt}\right),$$

où f est la constante de la gravitation universelle, et où le facteur ε de la dérivée dr/dt est une constante positive extrêmement petite; déterminons ε par son inverse $V=1/\varepsilon$, qui est ainsi une vitesse linéaire extrêmement grande.

J'ai calculé les corrections séculaires apportées par la loi de force (1) à la théorie newtonienne des mouvements des grosses planètes, et j'ai obtenu le résultat suivant : la correction qui a l'effet le plus sensible est la correction de la dérivée du grand axe osculateur, c'est-à-dire l'introduction d'une accélération séculaire dans l'expression de la longitude des planètes. On sait en effet, selon les théorèmes de Lagrange et de Poisson sur l'invariabilité des grands axes, que, dans la théorie newtonienne, cette longitude ne peut avoir qu'une accélération séculaire négligeable. *Si l'on admet, comme résultat des observations des passages de la planète Mercure sur le disque du Soleil, que l'accroissement de la longitude de cette planète correspondant à l'accélération obtenue ne peut dépasser* 0″,5 *par siècle*, cette limitation entraîne une limite inférieure de la vitesse V : V *doit*

être supérieur à 4.10^{17} *en unités C. G. S., soit à* 10^7 *fois la vitesse de la lumière.*

On est porté ainsi à conclure que les valeurs de V de l'ordre de la vitesse de la lumière et la valeur de l'ordre de 10^{14} qui avaient été envisagées par M. Armellini dans une hypothèse cosmogonique sont trop faibles, puisqu'elles ne peuvent se concilier avec les mouvements connus des planètes. Au contraire la valeur de l'ordre de 10^{23} ou d'ordre supérieur que M. Popovici a considérée récemment pour en déduire une évaluation de l'âge du système solaire, est parfaitement conciliable avec ces mouvements.

Cependant il n'est peut-être pas absolument nécessaire, pour une loi de gravitation destinée à former la base d'une hypothèse cosmogonique ou d'une théorie de l'évolution du système solaire, d'être compatible avec les mouvements actuels des planètes. On peut admettre, ou bien qu'il s'agit d'un problème d'Analyse mathématique, ou bien que la loi de gravitation varie avec le temps : à ce second point de vue je veux indiquer les corrections apportées par la loi de force (1) aux dérivées des éléments.

Considérons le mouvement autour du Soleil, réduit à une sphère homogène de centre O, de rayon R et de masse M, d'une planète réduite à un point matériel P de masse 1. Et définissons à partir du centre O, d'un plan de référence xOy et du coefficient attractif $f\mathrm{M} = \mu$, la position x, y, z de la planète P, sa distance au point O $\overline{\mathrm{OP}} = r$, les éléments osculateurs classiques de son mouvement a, e, i, Ω, ϖ, l_0, $n = \sqrt{\mu/a^3}$, et l'anomalie excentrique u. Supposons d'ailleurs le Soleil animé d'une rotation d'ensemble constante en grandeur et en direction, soit $\vec{\omega}$; désignons par p, q, s les projections de cette rotation sur les axes fixes Ox, Oy, Oz, et par ω_1 sa projection sur l'axe perpendiculaire au plan du mouvement osculateur, dirigé dans le sens boréal, et qui a pour cosinus directeurs $\sin i \sin\Omega$, $-\sin i \cos\Omega$, $\cos i$.

A l'instant t la force corrective $\vec{\mathrm{F}}$, ajoutée à l'attraction newtonienne, de valeur algébrique $-(f\mathrm{M}/r^2)$ sur le rayon vecteur OP, par la loi de force (1), compte tenu de la rotation du Soleil, est l'intégrale dans le volume du Soleil de l'action exercée par l'élément dm placé au point A, à la distance $\overline{\mathrm{AP}}$, et de valeur algébrique $-f\varepsilon\left(d\overline{\mathrm{AP}}/dt\right)\left(dm/\overline{\mathrm{AP}}^2\right)$ sur le rayon vecteur AP.

Si l'on développe les expressions des composantes radiale, transversale et orthogonale S, T, W de la force $\vec{\mathrm{F}}$ suivant les puissances du rapport R/a,

et si l'on néglige les termes de degré 4, ces expressions se réduisent à

$$S = -\frac{f\varepsilon M}{r^2}\frac{dr}{dt} + \frac{f\varepsilon MR^2}{5r^4}\frac{dr}{dt}, \qquad T = \frac{f\varepsilon MR^2}{5r^3}\left(\omega_1 - \frac{na^2\sqrt{1-e^2}}{r^2}\right),$$

$$W = \frac{f\varepsilon MR^2}{5r^4}\begin{vmatrix} x & y & z \\ \sin i \sin\Omega & -\sin i\cos\Omega & \cos i \\ p & q & s \end{vmatrix},$$

où x, y, z sont donnés en fonction des éléments osculateurs et de l'anomalie u par les formules connues.

Des expressions précédentes des composantes S, T, W résulte que, si la planète P est seule en présence du Soleil, quatre des équations de Lagrange se réduisent, à l'approximation considérée, aux quatre équations (¹)

$$\frac{da}{dt} = -\frac{2\varepsilon n^2a^2e^2\sin^2 u}{(1-e\cos u)^4} + \frac{2}{5}\frac{\varepsilon n R^2}{(1-e\cos u)^4}\left[\omega_1\sqrt{1-e^2} - n\frac{1-e^2-e^2\sin^2 u}{(1-e\cos u)^2}\right],$$

$$\frac{de}{dt} = -\frac{\varepsilon n^2 ae(1-e^2)\sin^2 u}{(1-e\cos u)^4} + \frac{\varepsilon n\omega_1 R^2\sqrt{1-e^2}[2\cos u - e(1+\cos^2 u)]}{5a(1-e\cos u)^4} - \frac{2}{5}\frac{\varepsilon n^2R^2(1-e^2)(\cos u - e)}{a(1-e\cos u)^6},$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{\varepsilon n R^2}{5a^3\sqrt{1-e^2}\sin i(1-e\cos u)^4}[z(px+qy+sz) - (s-\omega_1\cos i)a^2(1-e\cos u)^2],$$

$$\frac{d\Omega}{dt} = -\frac{\varepsilon n R^2}{5a^3\sqrt{1-e^2}\sin i(1-e\cos u)^4}[(x\cos\Omega + y\sin\Omega)(px+qy+sz) - (p\cos\Omega + q\sin\Omega)a^2(1-e\cos u)^2].$$

Des résultats simples sont en évidence. L'expression approchée de la composante radiale S ne dépend pas de la rotation $\vec{\omega}$, et celle de la composante transversale T, et par suite les deux équations approchées en da/dt et de/dt, ne dépendent de la rotation $\vec{\omega}$ que par sa projection ω_1 sur la perpendiculaire au plan du mouvement osculateur. Il est évident par symétrie que la composante orthogonale W est nulle si la rotation $\vec{\omega}$ est nulle. Enfin la quantité figurant entre parenthèses dans l'expression

(¹) Pour le détail de ce calcul voir *Bulletin Astronomique*, **11**, 1938, p. 361-375, et *Journal de Mathématiques*, **19**, 1940 (sous presse). La première et la troisième des quatre équations obtenues complètent et rectifient légèrement sur deux points sans importance pratique deux équations que j'ai données antérieurement (*Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 134-135). Voir aussi ZAGAR, *Memorie della Società Astronomica Italiana*, **13**, II, 1939, p. 1.

approchée de la composante transversale T est égale à $\omega_1 - (d\theta/dt)$, θ désignant l'anomalie vraie osculatrice de la planète P.

On déduit des équations précédentes et à la même approximation que les inégalités séculaires du demi-grand axe osculateur, de l'excentricité, et, si l'on suppose que l'axe Oz est l'axe de rotation du Soleil, de l'inclinaison et de la longitude du nœud, sont respectivement pour une révolution

$$\delta a = -\frac{2\pi\varepsilon n a^2 e^2}{(1-e^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{2\pi\varepsilon\omega_1 R^2(2+e^2)}{5(1-e^2)^2} - \frac{\pi\varepsilon n R^2(4+10e^2+e^4)}{5(1-e^2)^{\frac{7}{2}}},$$

$$\delta e = -\frac{\pi\varepsilon n a e}{\sqrt{1-e^2}} + \frac{3\pi\varepsilon\omega_1 R^2 e}{5a(1-e^2)} - \frac{3\pi\varepsilon n R^2\left(2e+\frac{e^3}{2}\right)}{5a(1-e^2)^{\frac{5}{2}}},$$

$$\delta i = -\frac{\pi\varepsilon\omega R^2 \sin i}{5a(1-e^2)}, \qquad \delta\Omega = 0.$$

D'ailleurs, si l'axe Oz est l'axe de rotation du Soleil, l'équation en di/dt peut s'écrire

$$\frac{di}{dt} = -\frac{\varepsilon n\omega R^2 \sin i}{5a\sqrt{1-e^2}(1-e\cos u)^4}\left[(\cos u - e)\cos(\varpi-\Omega) - \sqrt{1-e^2}\sin u \sin(\varpi-\Omega)\right]^2,$$

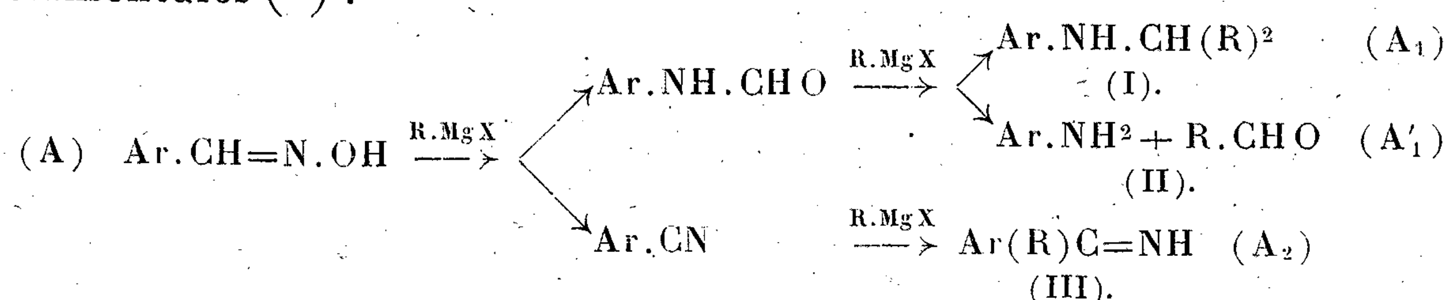
de sorte que le raisonnement de M. Armellini, selon lequel l'inclinaison décroît en valeur absolue et tend vers zéro quand le temps croît indéfiniment, est valable aussi bien sur cette dernière équation que sur la même équation réduite à ses termes séculaires; la quantité entre crochets n'est autre, au facteur a près, que la distance de la planète P à la ligne de plus grande pente menée au point O dans le plan du mouvement osculateur.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organomagnésiens sur les arylaldoximes et leurs dérivés. Méthodes de préparation des alcoyl-arylamines du type* $Ar.NH.CH(R)^2$. Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

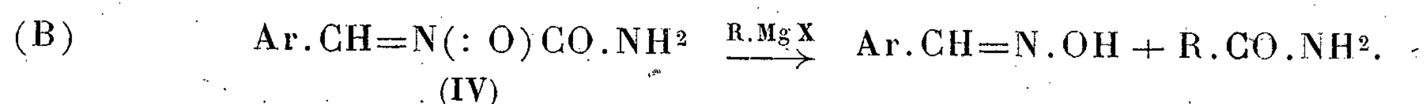
Une étude chimique concernant les propriétés des arylaldoximes et de leurs dérivés (O-alcoylés, N- et O-acidylés) vis-à-vis des magnésiens et l'analyse spectrale des produits obtenus m'ont permis d'établir que ces

substances réagissent [1] principalement, par suite d'une transposition, selon les schémas (A_1), (A'_1) avec formation des substances des types (I) et (II), et accessoirement suivant le schéma (A_2) avec formation de cétimines (III), les proportions de ces substances dépendant des conditions expérimentales [2] :



Je dois noter que, en opérant dans certaines conditions, j'ai pu isoler tous les termes intermédiaires figurant dans ce schéma général (A) (Ar.NH.CHO, Ar.CN); de plus, en soumettant chacun de ces termes intermédiaires à l'action des organomagnésiens, dans les mêmes conditions, on retrouve les substances des types (I), (II) et (III).

Je décrirai ici l'action des magnésiens sur quelques arylaldoximes et N-aminoformyl-isoarylaldoximes (IV). Le comportement de ces dernières substances vis-à-vis des organomagnésiens (analogue à celui des N-aminoformyl- et N-aminoformyl-N-phényl-hydrazones) peut être représenté par le schéma (B), comme pour les dérivés acidylés de ces hydrazones [3] :



L'oxime formée, Ar.CH=N.OH, réagit en présence d'un excès de magnésien suivant le schéma précédent (A).

Les principaux résultats obtenus au cours de ces recherches peuvent être ainsi résumés :

L'action de C^2H^5MgBr (6-10^{mol}), en milieu éthéré, sur la benzaldoxime (P.F. 34°) ou la N-aminoformyl-isobenzaldoxime, fournit, comme produit principal, la N-diéthyl-

---

(1) Il est à remarquer que les N-alcoyl et N-phényl-arylaldoximes réagissent différemment en fixant, en milieu éthéré, le réactif de Grignard sur le groupe C=N (*Comptes rendus*, 205, 1937, p. 60).

(2) Dans les schémas (A) et (B) je ne mentionne pas les réactions de remplacement des H mobiles par MgX. De plus, dans cette Note, je ne citerai ni les produits de réaction des corps R.CHO et R.CO.NH² avec l'excès du magnésien, ni les produits d'hydrolyse des imines (cétones).

(3) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1911.

méthyl-aniline ([1]) [$(C^2H^5)^2CH.NH.C^6H^5$; $Éb_{14}$ 114°; $n_D^{8,5}$ 1,5303; chlorhydrate P.F. 161°; oxalate P.F. 104°; picrate P.F. 107°; phénylurée P.F. 78°], et comme produits secondaires, principalement la propiophénone-imine et l'aniline.

La condensation de l'anisaldoxime (P.F. 67°) ou de la N-aminoformyl-isoanisaldoxime avec le même magnésien donne, comme produit principal, la N-diéthylméthyl-*p*-anisidine [$(C^2H^5)^2CH.NH.C^6.H^4.OCH^3.(4)$; $Éb_{14}$ 150°; n_D^{21} 1,5309; chlorhydrate P.F. 190; oxalate P.F. 112°; phénylurée P.F. 96°] et, comme produits secondaires, principalement la *p*-méthoxypropiophénone-imine et la *p*-anisidine.

Le traitement de la benzaldoxime ou de la N-aminoformyl-isobenzaldoxime par C^6H^5MgBr fournit, comme produit principal, la N-benzhydryl-aniline [$(C^6H^5)^2CH.NH.C^6H^5$; $Éb_{14}$ 225°; P. F. 58°; phénylurée P. F. 125°], identique à celle que l'on obtient par action de C^6H^5MgBr sur la benzalaniline ([5]), et, comme produits secondaires, principalement, la benzophénone-imine et l'aniline.

Enfin, la condensation de l'anisaldoxime ou de la N-aminoformyl-isoanisaldoxime avec C^6H^5MgBr donne, surtout, la N-benzhydryl-*p*-anisidine [$(C^6H^5)^2CH.NH.C^6H^4.OCH^3$-(4); $Éb_{14}$ 243°; P. F. 81°; chlorhydrate P. F. 194° (déc.); phénylurée, P. F. 132°] et, comme produits secondaires, principalement, la *p*-méthoxybenzophénone-imine et l'anisidine.

Remarque. — Les arylamines du type $Ar.NH.CH(R)^2$ (où $R = C^2H^5$, C^6H^5; $Ar = C^6H^5$, 4-$CH^3O.C^6H^4$) se forment dans les réactions précédentes dans de bonnes conditions. J'ai, d'autre part, pu les obtenir plus commodément et avec encore de meilleurs rendements (environ 80 %) en faisant agir, en milieu éthéré, $C^2H^5.MgBr$ et C^6H^5MgBr sur la formylaniline et ces deux mêmes magnésiens sur la formyl-*p*-anisidine suivant le schéma (A_1). Dans cette réaction qui nous permet de préparer aisément des arylamines du type $Ar.NH.CH(R)^2$ on obtient, à côté de ces arylamines secondaires, une petite quantité des arylamines $Ar.NH^2$ formées suivant le schéma ($A_{1'}$).

En résumé, j'ai montré que 1° par action de RMgX sur les arylaldoximes et N-aminoformyl-isoarylaldoximes, on obtient, à côté des cétimines, comme produits principaux, des amines du type $Ar.NH.CH(R)^2$, et 2° ces amines $Ar.NH.CH(R)^2$ se forment également, avec d'excellents rendements, par action de RMgX sur les formyl-arylamines.

([1]) La structure de cette amine, ainsi que de toutes les substances mentionnées dans cette Note, a été confirmée par leurs spectres U-V.

([5]) La N-benzhydryl-aniline a été déjà obtenue par Busch et Hobein par action de C^6H^5MgBr sur la benzaldoxime (*Ber. d. chem. Ges.*, **40**, 1907, p. 2097); il semble toutefois que le schéma proposé par ces auteurs pour l'action des organomagnésiens sur les arylaldoximes ne soit pas en accord, au moins dans les cas étudiés, avec les faits expérimentaux qui s'expliquent mieux par le schéma (A).

ALGOLOGIE. — *Sur la prétendue reproduction des* Vaucheria *par des acinètes et des spores amiboïdes et sur le nouveau genre* Asterosiphon. Note de M. **Pierre Dangeard**, transmise par M. Pierre-Augustin Dangeard.

En dehors de leur reproduction normale par voie sexuelle ou par des zoospores et des aplanospores, les Vauchéries posséderaient, d'après les auteurs, une multiplication au moyen d'acinètes et de spores amiboïdes : c'est ainsi que les Ouvrages généraux et les Traités, comme celui d'Oltmanns, font état, d'après les recherches de Stahl (1), de la production par le *Vaucheria geminata* D. C. de spores non flagellées à mouvements amiboïdes nées à la suite du cloisonnement du thalle en articles distincts à membrane épaisse (acinètes, hypnospores). La découverte de Stahl fut d'ailleurs confirmée longtemps après par de Puymaly (2), qui observa en Gironde des faits analogues, mais, contrairement à Stahl, il attribua ce mode particulier de reproduction non au *V. geminata*, mais à une espèce différente le *V. hamata* Walz. Au cours de nos recherches sur les *Vaucheria* du Sud-Ouest nous avons rencontré à plusieurs reprises et dans diverses stations l'algue siphonée terrestre chez laquelle se produisent les phénomènes décrits par Stahl et de Puymaly. Cette algue est en effet assez commune dans la région pendant la saison froide, soit à l'état pur, soit mélangée à des *Vaucheria* terrestres comme *V. terrestris* Lyngbye ou *V. hamata* Walz.

Les auteurs n'étant pas d'accord, comme nous venons de le voir, au sujet de l'espèce de *Vaucheria* qui, d'après eux, formerait des acinètes et des spores amiboïdes et certains même, comme Smith G. M. (3), affirmant, sans préciser, que beaucoup des *Vaucheria* terrestres, sinon toutes, sont susceptibles de présenter ce type de développement, pour peu que les conditions s'y prêtent, nous avons cherché à observer des organes sexuels en cultivant l'algue terrestre girondine en chambre humide de van Tieghem ou dans différentes conditions; nous avons également examiné de nombreuses récoltes dans les stations naturelles depuis l'automne jusqu'au printemps. Or, si nous avons pu ainsi confirmer les faits établis par nos prédécesseurs concernant la production d'acinètes et de spores (spores amiboïdes ou plus

---

(1) *Bot. Zeit.*, 37, 1879, p. 128.

(2) *Recherches sur les Algues aériennes*, 1924, p. 236.

(3) *Freshwater Algæ of the United States*, 1933, p. 530.

souvent aplanospores), en aucun cas nous n'avons pu obtenir la formation d'oogones et d'anthéridies. Chaque fois que, dans nos cultures (qui n'étaient pas des cultures pures), nous avons vu apparaître des organes sexués, ceux-ci étaient dus à des filaments étrangers d'une Vauchérie connue, telle que *V. terrestris*, *V. hamata*, *V. pseudo-geminata* (4) et ces filaments pouvaient être distingués par leurs caractères cytologiques de l'algue productrice d'acinètes.

C'est donc principalement en nous fondant sur l'absence reconnue de sexualité et sur la nature particulière des siphons que nous sommes arrivé à conclure que l'algue terrestre appelée autrefois *Gongrosira dichotoma* par Kützing (5), puis considérée comme une phase dans le développement d'une espèce de *Vaucheria* par Stahl, n'est pas en réalité assimilable actuellement à aucune espèce connue du genre *Vaucheria*. Pour la nommer sans périphrase, un nouveau nom est nécessaire (puisque évidemment ce n'est pas non plus un *Gongrosira*), et nous proposons d'en faire le type du genre *Asterosiphon*, ce nom ayant pour but de rappeler la forme du thalle en rosette appliquée à la surface du sol.

Les filaments de l'*Asterosiphon* sont, à l'état végétatif, ramifiés dichotomiquement et ils représentent un thalle siphoné sans cloisons qui, à première vue, pourrait appartenir à une Vauchérie; cependant la ramification est plus fréquente, plus régulière aussi que dans ce dernier genre et les thalles n'acquièrent jamais de grandes dimensions; d'autre part l'examen attentif des caractères cytologiques confirme l'impression qu'il s'agit d'une algue particulière : en effet, si les plastes verts elliptiques ou discoïdes nombreux rappellent ceux des *Vaucheria*, le cytoplasme contient un grand nombre de globules brillants très petits, d'aspect très analogue à celui des *microsomes* des cellules de plantes supérieures et qui circulent activement le long de filaments cytoplasmiques longitudinaux, soit dans la couche pariétale, soit au travers de la vacuole centrale. Ces globules réfringents, dont la taille ne dépasse guère 1 μ, fixent le bleu de crésyl en coloration vitale, brunissent par l'action du bichromate de potasse et noircissent légèrement par l'acide osmique : ils représentent probablement

(4) Nous appelons ainsi une Vauchérie d'habitat terrestre que nous venons de décrire dans un Mémoire récent et qui paraît avoir été confondue jusqu'ici avec le véritable *V. geminata* D. C. qui, lui, est aquatique (*Le Botaniste*, **29**, 1939, p. 214.)

(5) *Tabulæ phycologicæ*, **4**, p. 22, pl. 98. Le *Gongrosira* y est figuré en liaison avec des organes reproducteurs de *Vaucheria Dillwynii*.

des grains de tannoïdes. Au contraire, un filament de *Vaucheria hamata* ou de *V. terrestris* apparaît dépourvu de ces granulations réfringentes minuscules, mais il renferme une quantité toujours notable de globules d'huile relativement gros et de taille inégale et, d'après ce que nous avons vu chez d'autres espèces, la présence de corps gras dans le cytoplasme sous forme de corpuscules relativement gros est un caractère constant du genre *Vaucheria*.

En résumé, étant donné qu'il n'existe à l'heure actuelle aucune preuve formelle que l'algue siphonée terrestre produisant des acinètes et que nous avons étudiée représente un *Vaucheria*, ni même une Vauchériacée, nous sommes conduit à la considérer comme une algue autonome appartenant peut-être à l'ordre des Siphonales, mais pouvant aussi bien être classée dans les Hétérokontées parmi les Hétérosiphonales, où elle se placerait au voisinage des *Botrydium*.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Une nouvelle diastase dans le lait, la fibrinogénase.* Note de M. **Lascar Buruiana**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

La propriété du lait de femme et de certaines espèces animales de favoriser la coagulation du sang est connue depuis longtemps ([1]).

Afin d'éclaircir le mécanisme de ce phénomène et par là même d'interpréter les conclusions assez souvent contradictoires des auteurs signalés, nous avons entrepris une série d'expériences.

Sur des solutions de fibrinogène à 0,6 % [préparé suivant la méthode de Gabriel Bertrand ([2])] qui coagulent à 48°, nous avons essayé l'action du lait de différentes espèces. Les essais ont été faits toujours à la température du laboratoire (18°-20°) et dans des conditions variables quant à la concentration en ions d'hydrogène du milieu. Il ressort de ces expériences que l'influence de la concentration en ions d'hydrogène est le facteur fondamental dont dépend l'activité coagulante du lait, et que son optimum se trouve à pH 7. Faute d'avoir négligé ce facteur, on est arrivé à des conclusions comme celle-ci : le lait de femme possède l'activité la plus

([1]) Voir A. Sole, *Klinische Wschr.*, 14, 1935, p. 1354-1358; W. Kraszewski et Lindenfeld, *Klinische Wschr.*, 24, 1935, p. 362; *Presse Médicale*, 68, 1935, p. 1332-1337; F. Bellelli, *Riforma Medica*, 32, 1937, p. 1138; M. Jacobi et S. Adler, *Enzymologia*, 1, 1937, p. 373.

([2]) *Guide pour les manipulations de Chimie biologique*, 1919.

intense, tandis que ceux du lapin et de chèvre en sont dépourvus. En ajustant le pH à l'optimum, c'est-à-dire à pH 7, les résultats sont tout à fait différents.

En voici quelques exemples :

		Temps de coagulation en min. (moyenne).	Unités diastase (*).	Cm³ ajoutés pour ajuster le pH. SO^4H^2 $n/20$.	NaOH $n/20$.	pH.
Solution de fibrinogène à 0,6 % 2^cm³ + lait 1^cm³.	Brebis	20	50		0,1	6,95
	Chienne	25	40		0,3	7
	Femme	30	33			7
	Femme avec ictère	200	5			7
	Lapine	40	25	0,5		7,1
	Jument	45	22		0,2	7,05
	Chèvre	62	15,5		0,4–0,5	7
	Vache	80	12		0,2–0,3	7,1
	Bufflesse	130	7		0,3	7
	Truie		0			7

(*) L'inverse du temps de coagulation multiplié par 1000.

Comme on le voit, le lait de truie est dépourvu de propriété coagulante pour le sang. Y aurait-il une corrélation entre cette absence et la richesse en vitamine K (antihémorragique) de la graisse du foie chez cette espèce ?

Du lait de brebis, dont l'activité coagulante vis-à-vis de la solution de fibrinogène s'est montrée la plus intense, nous avons réussi à préparer un extrait doué d'une activité beaucoup plus forte encore que celle du lait. Dans ce but, nous avons mis à profit la propriété de la membrane haptogène de globules gras du lait d'absorber certaines diastases. La technique suivie a été celle que nous avons employée autrefois pour isoler la réductase de Schardinger [3].

La voici dans ses principales phases :

La matière grasse, séparée par centrifugation, est d'abord desséchée (sur l'acide sulfurique et sur l'hydrate de sodium), puis soumise à l'extraction par l'éther dans un Soxhlet. Le résidu est trituré et traité par l'eau (les sels alcalins favorisent l'extraction de la partie soluble). La solution centrifugée coagule très rapidement le fibrinogène. Par des précipitations répétées avec de l'acétone, on obtient une poudre facilement soluble dans

(³) BURUIANA, *Recherches potentiométriques sur l'enzyme de Schardinger* (*Thèse*, Bucarest, 1935).

l'eau et douée d'une très grande activité. Vu que la substance extraite de cette manière est thermolabile et en même temps très sensible aux variations de concentration en ions hydrogène, nous sommes persuadé qu'il s'agit, dans ce cas, d'une vraie diastase. Pour la désigner, nous proposons, conformément à l'usage établi, le nom de *fibrinogénase*.

En dehors de cette diastase, nous avons été conduit à mettre en évidence un autre facteur existant dans le lait, possédant aussi la propriété de coaguler les solutions de fibrinogène. Il s'agit cette fois d'une substance se trouvant dans la fraction non saponifiable de l'extrait éthéré de la graisse du lait.

L'action de cette substance sur les solutions de fibrinogène ne se manifeste pas par une coagulation massive, comme avec la fibrinogénase, mais par un phénomène de précipitation floconneuse du fibrinogène. Comme ce nouveau facteur est plus résistant à la chaleur que le premier, il se pourrait qu'il ne soit rien d'autre que la vitamine K.

Cette supposition paraît être corroborée par l'expérience avec le lait de femme ictérique. Cela pour la raison que dans l'ictère, l'absorption intestinale des graisses étant entravée, il se pourrait que la synthèse de la vitamine K soit, elle-même, troublée, sinon supprimée.

La séance est levée à 15^h30^m.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1940.

Remarques sur la structure de la matière, par Louis Bonneau. Paris, Librairie des sciences, 1939; 1 fasc. $24^{cm},5$.

Institut de France. *Cinquantenaire académique de M. Émile Picard* (1889-1939). Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 fasc. 23^{cm}.

Ville de Rouen. *Exposition régionale de préhistoire*, 1939. *L'homme et la faune aux temps préhistoriques en Normandie*, par Robert Regnier. Rouen, Imprimerie Lecerf, 1940; 1 fasc. 25^{cm}.

Université libre de Bruxelles. *La situation de l'Université pendant la CV^e année académique*, par Paul Hymans. Bruxelles, Édition de l'Université, 1939; 1 fasc. 24^{cm}.

Id. — CVI^e année académique. *Statuts organiques. Programme des cours pour* 1939-1940. *Renseignements divers.* Bruxelles, Édition de l'Université, 1939; 1 vol. 24^{cm}.

Le coton. Sa production et sa distribution dans le monde, par Pierre Senay. Tomes I et II. Gap, Imprimerie Louis Jean, 1937 et 1939; 2 vol. 25^{cm} (présentés par M. A. Chevalier).

Kungl. Svenska Vetenskaps Akademien. Förhistoria Grundläggning och Första Organisation. Vol. I et II. Uppsala, Almquist et Wiksells Boktryckeri-A.-B., 1939; 2 vol. 26^{cm}.

Ministère des Travaux publics. *Études des gîtes minéraux de la France. Les phosphates de chaux sédimentaires de France.* (*France métropolitaine et d'Outre-mer*), par Lucien Cayeux. Tome I. Paris, Imprimerie nationale, 1939; 1 vol. 32^{cm}.

Les propriétés thermodynamiques de la vapeur d'eau, par Philippe Tongas. Extrait de « *Sciences* », n° 33. *Rapport présenté au Congrès tenu à Liége en juillet* 1939 *sous la présidence de M. le Professeur Fabry à l'occasion de l'Exposition internationale de l'Eau.* 1 fasc. 24^{cm}.

Le centenaire du premier polarimètre, par David Sidersky. Extrait du *Bulletin de l'Association des Chimistes*, XLIIe année. Paris, 1940; 1 fasc. 24^{cm}.

La pisciculture en pays Thai, par Nguyen-Van-Liem. Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, fascicule 3, 1939; 1 fasc. 27^{cm},5.

Institut des Recherches agronomiques et forestières de l'Indochine. *Quelques considérations sur la reproduction de l'*Ophiocephalus maculatus *au Tonkin*, par J. Lemasson et Nguyen-Nhu-Nghi. Extrait du *Bulletin économique de l'Indochine*, fascicule 6, 1939; 1 fasc. 27^{cm},5.

Travaux de l'Association de géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale. Tome 10. *Rapport général sur les triangulations effectuées de* 1912 *à* 1932 *dans les pays adhérents à l'Union géodésique et géophysique internationale contenant les renseignements fournis à l'Association à l'occasion des Assemblées générales de Rome* 1922, *Madrid* 1924, *Prague* 1927, *Stockholm* 1930 *et Lisbonne* 1933 avec un *Supplément relatif à l'Assemblée générale d'Édimbourg* 1936, par Georges Perrier. Paris, au Secrétariat de l'Association, 1939; 1 vol. 28^{cm},5.

Monographies des Probabilités. Fascicule V. *Théorie mathématique du bridge à la portée de tous*, par Émile Borel et André Chéron. Paris, Gauthier-Villars, 1940; 1 vol. 25^{cm}.

Pehr Wilhelm Wargentin Kungl. Vetenskapsakademiens Sekreterare och astronom 1749-1783, par N. V. E. Nordenmark, avec un résumé français. Uppsala. Almquist et Wicksells Boktryckeri-A.-B., 1939; 1 vol. 26^{cm}.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIO-PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La Dysphylaxie hépatique. Ses conséquences physio-pathologiques et ses rapports avec le déficit alexique du sérum.* Note [1] de M. **HYACINTHE VINCENT**.

L'invasion soudaine du foie par le *Bacillus coli* détermine, chez l'homme et chez l'animal, la désintégration histologique des cellules hépatiques. Sous l'action de la pullulation abondante du bacille et sous l'influence de sa toxine entérotrope et hépatotrope, la cytolyse du foie est précoce [2]. La mort est rapide, précédée de phénomènes nerveux dus aux effets de la toxine neurotrope colibacillaire que j'ai également décrite [3].

Après la mort, on constate que le *Bacillus coli* s'est multiplié non seulement dans le foie, mais encore dans le sang et dans tous les viscères.

L'expérimentation a mis en évidence deux autres faits dignes d'attention : 1° si l'on vaccine préalablement le lapin ou le cobaye contre le colibacille, et si l'on pratique ensuite la même inoculation intrahépatique, par piqûres multiples, à l'animal vacciné, celui-ci succombe avec la même rapidité que s'il n'avait pas été vacciné; 2° dans ce cas aussi, non seulement le bacille inoculé envahit le foie en son entier, mais encore, il se généralise dans tout l'organisme. Faite sous la peau, dans la veine, dans la rate, dans l'un des reins, l'inoculation ne donne lieu, par contre, à aucun phénomène morbide important.

En conséquence la destruction, sous l'influence microbienne, du parenchyme hépatique, a pour résultat l'arrêt direct ou indirect de la défense

---

(1) Séance du 20 mai 1940.

(2) H. VINCENT, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 477 et 1460; **210**, 1940, p. 617.

(3) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1624; **187**, 1928, p. 787; **189**, 1929, p. 381.

générale de l'organisme : la loi fondamentale de l'immunité est donc, en ce cas, mise en défaut.

J'ai recherché la cause de cette exception si remarquable.

Il n'est pas douteux que la cytolyse totale ou subtotale des cellules hépatiques équivaut à l'arrêt des fonctions physiologiques du foie, et qu'elle intervient dans la perte de résistance vitale qu'on observe chez l'animal inoculé. Mais cette interprétation n'est qu'indicative et vaut d'être précisée.

J'ai étudié, en conséquence, chez les animaux inoculés et peu avant leur mort, les modifications immunologiques intervenues soit dans les réactions leucocytaires du sang, soit dans ses propriétés humorales. Ces recherches ont été longues. J'en donne ici les résultats.

En premier lieu, on constate le plus souvent une hypopolynucléose plus ou moins marquée. Cette constatation offre quelque intérêt, mais elle n'est pas décisive, parce qu'elle est assez irrégulière et même moins notable dans un cinquième des cas.

D'autre part et, par contre, chez tous les animaux, le sang ayant été prélevé pendant l'agonie ou aussitôt après la mort, le dosage de l'alexine a décelé un déficit prononcé du pouvoir hémolytique. La teneur en complément fléchit entre 40 et 55 % et, parfois, davantage.

Il en résulte que l'hépatite infectieuse généralisée due au colibacille détermine une forte réduction, dans l'organisme, de son élément défensif primordial, l'alexine. Dès lors on s'explique pourquoi, privés de ce principe protecteur et microbicide à l'égard des agents pathogènes sensibilisés, les animaux même vaccinés succombent au mode particulier d'infection hépatique qui a été décrit. Ainsi se définit l'exception que présente, en ce cas, la perte de l'immunité vaccinale.

Dans un ensemble de recherches présentées le 26 novembre 1907 à l'*Académie de Médecine*, j'ai montré ce qui suit. Tandis que les lésions étendues de la rate et du rein n'influencent pas, d'une manière appréciable, le rôle protecteur du sang dans les infections, les lésions importantes du foie provoquées par certaines toxines microbiennes, par injections de sérum antihépatique etc., donnent lieu à un déficit plus ou moins considérable de l'alexine du sérum.

L'année suivante, P. Nolf a fait la même constatation chez les animaux dont il avait extirpé le foie (1).

---

(1) *Académie de Médecine de Belgique*, 9-10, 1908, p. 748 et 772. Les injections d'huile phosphorée aux animaux déterminent une réduction importante de l'alexine du sang, d'après Ehrlich et Morgenroth.

Quelle qu'en soit la cause, la destruction cellulaire du foie et son inhibition fonctionnelle ont donc pour effet d'annihiler plus ou moins complètement le pouvoir alexique du sérum.

Que l'alexine soit une protéine spécifique du sérum, ou bien qu'elle résulte d'une propriété spéciale de celui-ci, subordonnée elle-même à un équilibre physico-chimique des constituants du sérum; enfin, qu'elle soit susceptible ou non d'être dissociée en *chaînons* d'union nécessaire, on voit que cet élément si important est en relation directe ou indirecte avec les fonctions physiologiques des cellules hépatiques.

Le phénomène de *Dysphylaxie hépatique* que nous avons signalé trouve, en conséquence, son interprétation dans les résultats de ces recherches. Il semble en découler également que le foie joue un rôle important dans la défense de l'organisme contre les infections, soit comme facteur médiat ou immédiat, soit comme régulateur du pouvoir alexique.

NOMINATIONS.

M. G. **Perrier**, précédemment désigné pour représenter l'Académie à la Commémoration, par l'Institut de Coïmbra, de la *Fondation de la monarchie portugaise* en 1139 et du *Rétablissement de l'indépendance du Portugal en* 1640, est chargé de la même misson à l'ensemble des cérémonies organisées en Portugal dans le même but.

M. G. **Durand-Viel** est désigné pour faire une *Lecture* dans la séance publique solennelle des cinq Académies, le 25 octobre 1940.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Julien Malengreau. *Notice sur les fondements de la Géométrie.*

2° *Notes herpétologiques sur l'Indochine française* par René Bourret. XVIII. *Reptiles et Batraciens reçus au Laboratoire des Sciences Naturelles de l'Université [d'Indochine] au cours de l'année* 1939. *Description de*

quatre espèces et d'une variété nouvelles. — XIX. *La Faune Herpétologique des Stations d'altitude du Tonkin.* — XX. *Liste des Reptiles et Batraciens actuellement en Indochine Française.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'aires planes orientées dans l'espace.* Note (¹) de M. **André Bloch**, présentée par M. Henri Villat.

A la théorie des systèmes de vecteurs dans le plan correspond celle des systèmes de vecteurs dans l'espace. Dans le plan comme dans l'espace, il y a une théorie *restreinte*, où l'on se borne à considérer des vecteurs de même origine, et une théorie *générale*, où les vecteurs sont quelconques; le développement de la théorie générale exige l'introduction des *moments*. G. Kœnigs avait naguère effectué cette introduction.

Une autre théorie de l'espace, analogue à celle des vecteurs du plan, est celle des *aires planes orientées;* alors que dans l'espace deux vecteurs ne se composent pas en général suivant un vecteur, deux aires planes se composent en général suivant une aire plane. La théorie restreinte des aires planes est identique à celle, bien connue, des couples de vecteurs; pour la théorie générale, l'interprétation mécanique faisant défaut, la représentation par couples semble devoir être laissée de côté.

Une aire plane orientée est définie par un plan, un nombre positif la mesurant, et un sens de rotation dans le plan. Dans la théorie restreinte, deux aires planes sont identiques lorsqu'elles sont *équipollentes;* dans la théorie générale, seulement lorsqu'elles sont *équivalentes*.

La théorie générale introduit le *moment d'une aire plane orientée par rapport à un point de l'espace*; c'est le triple du volume du cône ayant l'aire pour base et le point pour sommet, affecté d'un signe aisé à préciser.

Pour *composer* deux aires orientées de plans non parallèles, on les considère comme faces consécutives d'un même parallélépipède; la résultante est alors le parallélogramme diagonal ayant le même côté commun. Pour un nombre quelconque de composantes, *la projection de la résultante est la somme des projections des composantes, le moment de la résultante est la somme des moments des composantes.*

Il résulte de ce qui précède (en considérant d'abord des polygones et surfaces polyédrales, puis passant à la limite) que :

Étant donné une courbe gauche fermée, on peut trouver une courbe plane,

(¹) Séance du 15 mai 1940.

dite équipollente *à la proposée* (à la vérité ce sont plutôt les *intérieurs* des deux courbes qui sont équipollents) *telle que : 1° les aires des projections des deux courbes sur un plan quelconque sont égales; 2° si l'on considère les deux cônes ayant pour sommets deux points de l'espace et terminés à l'une des courbes, le volume qu'ils comprennent est égal au volume analogue relatif à l'autre courbe.*

Étant donné une portion de surface, on peut trouver une aire plane, dite équivalente, *telle que : le secteur solide et le cône ayant leurs sommets en un même point de l'espace et terminés respectivement à la portion de surface et à l'aire plane ont des volumes égaux.*

Du second énoncé on déduit d'ailleurs aisément le premier; ils résultent d'ailleurs, de même, indépendamment de la théorie ci-dessus, de propositions évidentes.

Une fonction linéaire et homogène des cosinus des angles d'une droite (d'un plan) variable avec des droites (des plans) fixes, est égale au produit par une constante du cosinus de son angle avec une droite (un plan) fixe.

Une fonction linéaire et homogène des distances d'un point variable à des plans fixes est égale au produit par une constante de sa distance à un plan fixe.

Les centres de gravité donnent lieu à des propositions analogues à celles ci-dessus, mais un peu moins simples. Par exemple, les centres de gravité des deux volumes dont il vient d'être question ont manifestement des coordonnées qui sont fonctions rationnelles et quadratiques de celles des sommets des deux cônes, ou du sommet du secteur solide. Il en résulte que l'on peut, ici encore, remplacer la courbe fermée ou la portion de surface par une certaine *figure canonique*, qui n'est plus plane, mais dépend d'un nombre fini de paramètres, et qu'il conviendrait de déterminer.

Un article sur des questions voisines est en cours de publication dans un autre Recueil.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Le théorème de la simultanéité du minimum de l'énergie totale et du débit maximum dans le cas d'un écoulement plan permanent à filets courbes.* Note de MM. **Charles Jaeger** et **Alberto Abecasis-Manzanares**, présentée par M. Charles Fabry.

On peut montrer que, dans le cas d'un mouvement plan, avec filets courbes, l'écoulement d'un liquide est régi par la relation

$$(1) \qquad \frac{\partial}{\partial s}\left(\frac{\alpha v_m^2}{2g}+\beta h\right)=-\frac{1}{g}\frac{\partial}{\partial t}(\alpha' v_m)-J_e,$$

qui s'applique à l'ensemble d'une section transversale. On peut définir, pour l'ensemble du profil également, une hauteur de la ligne d'énergie H

$$H = \beta h + \frac{\alpha v_m^2}{2g}. \tag{2}$$

Dans ces équations s est l'abscisse de la section, t le temps, h la hauteur d'eau, v_m la vitesse moyenne, J_e la pente de la ligne d'énergie, α le coefficient d'énergie cinétique, α' le coefficient de quantité du mouvement et β un coefficient qui dépend de la répartition des pressions et des vitesses. β est donné par

$$\beta = \frac{1}{Qh} \iint_\sigma \left(\frac{p}{\gamma} + z\right) v \, d\sigma, \tag{3}$$

($d\sigma =$ élément de la section σ, $z =$ ordonnée d'un point, $p =$ pression en ce point). On obtient l'équation (1) en intégrant l'équation classique du filet liquide sur toute la section σ, ce qui justifie en même temps la définition de β.

α et β sont fonctions de $Q = v_m \sigma$, de h, de H et de s. Nous pouvons donc écrire que, pour une section quelconque, mais bien déterminée ($s = s_0$), l'équation (2) est de la forme

$$F(H, h, Q) = 0, \tag{4}$$

qui représente, en coordonnées rectangulaires H, h et Q, une surface, dont nous pouvons étudier les propriétés.

Rappelons d'autre part le principe de Bélanger, qui consiste à écrire, pour le cas d'un déversoir à large crête où les filets sont parallèles ($\alpha = \beta = 1$), que $\partial Q / \partial h = 0$. Boess [1], dans une *Thèse* plus récente, écrivait, pour le cas d'une *section critique* avec filets parallèles, $\partial H / \partial h = 0$.

Il est aisé de montrer que les deux principes sont, en ce cas, équivalents. Boussinesq pensait que l'énoncé de Bélanger n'est qu'un cas particulier d'un théorème bien plus général qu'il dénommait *principe de stabilité*, mais dont il n'a pas donné l'énoncé [2]. Bouasse [3] et de Marchi [4] nient, par contre l'existence d'un théorème plus général dont découlerait le *principe* de Bélanger ou celui de Boess.

---

[1] *Berechnung der Wasserspiegellage*, Berlin 1919, p. 20 et 52.

[2] *Essai sur les eaux courantes*, Paris, 1877, p. 142 et 573.

[3] *Jets, tubes et canaux*, Paris, 1923, p. 133.

[4] *Idraulica*, Milan, 1930, p. 445.

En remarquant que α et β sont des grandeurs qui dans le cas de filets courbes ne sont ni nulles ni infinies, on peut étudier les propriétés de la surface F. Coupons-la par un plan $Q = Q_0$. La courbe d'intersection est donnée par l'équation

$$H = \beta h + \frac{\alpha Q_0^2}{2gh^2}. \tag{5}$$

Cette courbe possède deux asymptotes, et, puisque H est toujours positif, elle passe par un minimum lorsque $\partial H/\partial h = 0$.

Pour $Q = Q_0$, nous pouvons écrire

$$\frac{\partial F}{\partial h} + \frac{\partial F}{\partial H}\frac{\partial H}{\partial h} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\partial H}{\partial h} = -\frac{\frac{\partial F}{\partial h}}{\frac{\partial F}{\partial H}}.$$

Pour $H = H_0$, on a de même

$$\frac{\partial F}{\partial h} + \frac{\partial F}{\partial Q}\frac{\partial Q}{\partial h} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\partial Q}{\partial h} = -\frac{\frac{\partial F}{\partial h}}{\frac{\partial F}{\partial Q}}.$$

Si, en un *point critique* de l'écoulement, on a $\partial H/\partial h = 0$ et $\partial F/\partial h = 0$, on a nécessairement simultanément $\partial Q/\partial h = 0$.

La réciproque est vraie. Il existe sur la surface F une courbe, lieu des points critiques. On peut d'autre part montrer quelles conditions doivent être satisfaites aux limites pour qu'un écoulement dans une section devienne critique ([5]). On constate que l'énoncé a bien la généralité que lui supposait Boussinesq et qu'il s'agit non point d'un principe non démontré, mais d'un théorème. On retrouve d'ailleurs les mêmes résultats en étudiant les déversoirs à crête arrondie ([5]).

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de la formation des tungstates de baryum, de strontium, de calcium et de plomb en fonction du* pH. Note de M. **Riza Berkem**, présentée par M. Charles Mauguin.

On a étudié la formation des tungstates de baryum par précipitation, en fonction du pH. Le produit utilisé pour cette étude est le tungstate de sodium $WO^4Na^2, 2H^2O$. On prépare avec ce produit des liqueurs de titres

([5]) Charles Jaeger, *Schweiz. Bauzeitung*, 114, février 1939, p. 231-234.

connus. On prélève une quantité connue A cm^3. On ajoute à ces A cm^3 une certaine quantité de soude ou d'acide acétique titrés et l'on porte le mélange à l'ébullition pendant 2 à 4 minutes afin que les équilibres s'établissent. On laisse refroidir jusqu'à la température ambiante. On prend le pH des solutions colorimétriquement ou potentiométriquement. Sans rien perdre de la solution, on la reporte à l'ébullition et on la précipite par une solution de chlorure de baryum à 10 %, employée en excès. On filtre le précipité sur un filtre sans cendre. On sèche le précipité à 100-110°. On sépare le précipité du filtre, on brûle le filtre dans une capsule de platine tarée préalablement et l'on y ajoute, sans en rien perdre, le précipité. On calcine la totalité du précipité au bec bunsen et on le pèse.

D'autre part on précipite l'anhydride tungstique du tungstate de baryum qui pourrait se trouver dans le filtrat et les eaux de lavage.

Connaissant le poids d'anhydride tungstique qui correspond à A cm^3 de la solution titrée de tungstate de sodium d'une part, et le poids du tungstate pesé et d'anhydride tungstique trouvé dans les eaux de lavage d'autre part, on calcule facilement la proportion d'anhydride tungstique WO^3 et d'oxyde de baryum BaO dans le précipité du tungstate de baryum.

On a aussi employé la méthode qui consiste à analyser le précipité, calciné ou non, en le désagrégeant au moyen d'acide chlorhydrique concentré ou par cinq attaques successives au moyen d'une solution d'acide nitrique à 10 à 14 %. On sépare et l'on pèse l'anhydride tungstique et, d'autre part, dans les eaux de lavage on dose le baryum. La même méthode a servi pour les tungstates de Sr, Ca et Pb. Quand on fait varier systématiquement le pH, on observe, dans certaines limites, la précipitation d'un tungstate déterminé, comme le montre le tableau suivant.

Tungstates de baryum. — *a.* Additions d'acide acétique (et de soude).

pH.......	12,8 -7,3	5,6 -4,65	4,6-4,0	3,9-3,5	3,4-2,6
W:Ba....	1:1	2:1	7:3	5:2	3:1

b. Additions d'acide formique.

pH.......	6,0 -5,4	4,6 -3,8	3,6-3,0
W:Ba....	2:1	5:2	3:1

c. Additions de HCl.

pH.......	7,0 -6,8	6,4 -6,0	4,5-1,6
W:Ba....	2:1	7:3	4:1

d. Additions de NO^3H.

pH.......	7,07-6,52	6,35-6,2	4,6-1,2
W:Ba....	2:1	7:3	4:1

Tungstates de Sr. — En présence d'acide acétique, il faut ajouter de l'alcool éthylique pour obtenir la précipitation.

pH.......	12,8 -7,4	5,6 -5,1	5,0-4,3	4,1-3,7
W:Sr.....	1:1	2:1	8:3	3:1

Tungstates de Ca. — Même remarque que pour Sr.

pH.......	10,6 -7,4	6,0 -5,1	5,0-4,4	4,0-2,9
W:Ca....	1:1	2:1	8:3	3:1

Tungstates de Pb. — La composition est constamment voisine de WO^3, PbO.

Les résultats obtenus par conductimétrie concordent avec ceux des analyses chimiques.

CRISTALLOGÉNIE. — *Naissance de la cristobalite et du quartz par recuit de silice vitreuse sous haute pression, à l'aide d'explosifs.* Note de MM. **Albert Michel-Lévy** et **Jean Wyart**, présentée par M. Charles Fabry.

Nous avons indiqué [1] que, dans nos essais de reproduction de minéraux, sous des pressions de 3000 à 4000^{kg} par centimètre carré, à l'aide d'explosifs, nous avions obtenu, en tube d'argent, la cristobalite en présence de l'eau seule, le quartz en présence d'eau additionnée d'alcalis.

Poursuivant ces recherches sur la cristallisation de la silice vitreuse, nous avons pu, dans un ensemble de 35 expériences, préciser d'autres conditions de genèse du quartz et de la cristobalite entre 450° et 700°, à l'exclusion de la tridymite.

En *tube d'argent*, avec addition *d'eau et de potasse*, le quartz a été reproduit à 440°, 520°, 530°, 550° et 720°, les durées de recuit ayant varié entre 4 et 13 jours. Dans l'expérience à 720°, le quartz cristallisé, comme l'indique le diagramme de rayons X, a, au microscope, l'apparence d'une ponce vitreuse.

En opérant en *tube d'argent* avec *l'eau*, mais sans alcalis, les résultats ont

---

[1] *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1594.

été les suivants : à 515° production d'un verre; à 545° et 610°, de la *cristobalite* à l'état de ponce; durée de recuit, 6 à 10 jours.

Ainsi était vérifié le fait que le quartz était obtenu en tube d'argent, à la condition d'ajouter de la *potasse* à l'eau.

Ayant eu recours, par raison d'économie, à l'emploi de *tubes en cuivre rouge*, nous avons constaté que le quartz y naissait avec *l'eau seule*, *sans alcalis*. Une série d'essais ainsi réalisés a donné les résultats suivants : à 408° un *verre*; à 450°, 517°, 525°, 545° (2 expériences), 605°, le *quartz*; à 720°, 730°, une ponce de *cristobalite;* durée des recuits, 4 à 13 jours.

Ainsi le cuivre rouge a montré une action minéralisatrice du quartz au moins entre 450° et 650°, la potasse dans l'argent ayant montré cette même action depuis 340° et jusqu'à 720°.

L'addition de quantités notables de potasse dans ce dernier type d'expériences (tube de cuivre et eau) a conduit, comme il était à prévoir, également à la formation du quartz, à 540°, 545° et 585°.

Mais, contre toute attente, l'addition de potasse, en très faible proportion (solution de KOH à 1°/₀₀) dans le tube de cuivre, a empêché le quartz de se former à 540° et à 545°; c'est une ponce de cristobalite qui a pris naissance.

D'autre part un essai fait en tube de cuivre, en présence d'eau, avec un mélange de silice et d'*oxyde* de cuivre dans l'explosif, a conduit également à la cristobalite, à 420°, température de genèse tout à fait surprenante pour cette variété de silice stable au-dessus de 1470°.

Dans ces deux dernières expériences, le cuivre s'est recouvert immédiatement d'une pellicule d'oxyde et de silicate de cuivre qui semble avoir paralysé l'action minéralisatrice du cuivre pour le quartz. La potasse restante, dans le premier des deux cas, était insuffisante pour faire naître le quartz.

Les principaux faits à retenir de ces divers essais sont les suivants :

Le cuivre nu est un agent minéralisateur du quartz, au moins entre 450 et 605°; aux environs de 700°, en présence de cuivre, se forme la cristobalite, alors que la potasse fait naître encore le quartz.

La formation immédiate d'une pellicule d'oxyde ou de silicate, recouvrant le cuivre, paralyse cette action minéralisatrice.

Ce sont là des données qui peuvent contribuer à la compréhension du mécanisme mis en jeu par les agents minéralisateurs.

GÉOLOGIE. — *Conditions de gisement des roches basiques en Macédoine occidentale*. Note de M. **Jan Houghton Brunn**.

J'ai déjà indiqué (¹) que les roches vertes de la Grèce du Nord présentent des structures variées (grenue, doléritique et microlitique) et se trouvent réparties en masses importantes de part et d'autre du sillon tertiaire albano-thessalien : au Sud-Ouest dans le Pinde; au Nord-Est dans le massif ancien de Pélagonie-Olympe. Les premières ont été fortement dérangées par les mouvements orogéniques de l'Oligocène inférieur (²); les secondes, qui font seules l'objet de cette Note, n'ont guère été affectées par ces mouvements, et s'observent donc dans une position plus voisine des conditions de mise en place.

Au Nord-Est du sillon, les roches vertes réapparaissent pour la première fois dans les gorges de l'Haliakmon. Ce sont des gabbros à olivine, des gabbros à structure doléritique, puis, vers le haut, des dolérites et des basaltes; ceux-ci sont surmontés par des radiolarites et des calcaires crétacés à Orbitolines pendant vers le Sud-Ouest.

Disparaissant un moment sous les sédiments pliocènes, ces roches vertes réapparaissent un peu plus à l'Est pour former deux montagnes : le Bourino (1848^{m}) et le Flambouro (harzburgite serpentinisée). Au delà on trouve une chaîne, alignée Sud-Est-Nord-Est, se prolongeant jusqu'en Albanie, constituée par des calcaires épais, blancs ou gris, à la base desquels Goebel a trouvé un *Heydenites* du Muschelkalk (³) et qui représentent le Trias moyen et supérieur. Ils forment ici un grand anticlinal.

Les roches éruptives du Bourino et du Flambouro reposent *sur* les calcaires triasiques du flanc Ouest de l'anticlinal; ceux-ci s'enfoncent sous elles avec un plongement de 45 à 70° vers le Sud-Ouest. Le contact entre les deux formations est parallèle au plan de stratification des calcaires; il est net et tranquille; bien qu'on y observe parfois un certain laminage, on ne voit rien qui rappelle, même de loin, les brèches mécaniques ni les énormes zones mylonitisées qui, dans le Pindre, attestent la réalité du charriage des roches vertes, à l'Oligocène. Certains échantillons de la roche éruptive, prélevés près du contact, montrent, malgré leur profonde altération, une

(¹) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 109-111.

(²) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1325-1327.

(³) Kossmat, *Geologie der zentralen Balkanhalbinsel* (*Kriegsschauplätze*, H. 12, p. 39).

structure doléritique ou microlitique; les calcaires, de leur côté, sont légèrement métamorphisés (recristallisation de la calcite, cristaux de giobertite, d'idocrase et de grenat). Enfin dans les calcaires triasiques, au voisinage du contact, s'intercalent des bancs de radiolarites, de schistes verts et noirs (épais de quelques centimètres à plusieurs mètres), accompagnés parfois de roches éruptives en filons-couches.

On retrouve les roches vertes à l'Est de l'anticlinal dans une dépression synclinale étroite appelée Zygosti; au delà, vers *Kozani*, elles sont réduites à quelques bandes minces pincées dans d'autres synclinaux; ces plis sont antérieurs aux calcaires crétacés à Rudistes, qui sont transgressifs et discordants, tantôt sur les serpentines, tantôt sur les calcaires triasiques.

Comment les roches éruptives ont-elles été amenées à la position qu'elles occupent actuellement? L'hypothèse d'un charriage, adoptée par Kossmat, qui enracine les roches équivalentes d'Albanie dans le *sillon du Vardar*, à environ 120^{km} plus à l'Est, ne me paraît pas acceptable. Un tel déplacement, affectant de telles masses, ne peut se concevoir sans de puissants mouvements orogéniques, provoquant une disharmonie structurale plus ou moins marquée au contact; or, ce qui frappe ici, c'est la concordance des roches éruptives avec les calcaires triasiques, et la tranquillité du contact. Je suis donc conduit à admettre que les roches vertes ont été mises en place à la suite de mouvements de *distension* précédant les phases de compression crétacées et tertiaires. La traction distensive aurait ouvert, à la limite du massif ancien pélagonien et du géosynclinal adriatique, sur l'emplacement actuel du sillon albano-thessalien, une large déchirure qui aurait livré passage au magma *simique* sous-jacent; celui-ci se serait épanché et accumulé en énormes masses de 2000 à 3000^{m} d'épaisseur, de part et d'autre de la fracture, sur la bordure du continent pélagonien à l'Est, et surtout vers le fond du géosynclinal pindique à l'Ouest. Les dépôts de radiolarites et schistes signalés au sommet des calcaires triasiques seraient la manifestation des premiers troubles dans la sédimentation (approfondissement etc.) et marqueraient l'influence des premières venues magmatiques dans le fond marin.

Quant au grand développement de roches vertes grenues, il s'expliquerait par les proportions mêmes de ces sorties massives du magma, qui semblent particulières aux zones géosynclinales, et qui n'ont rien de comparable avec des épanchements volcaniques; il exprimerait la consolidation lente du magma au cœur de ces masses, à l'abri d'un manteau superficiel scoriacé et doléritique.

GÉOLOGIE. — *Le Sénonien dans les régions d'Antioche et de Lattaquié* (*Levant*). Note [1] de M. **Louis Dubertret**, présentée par M. Charles Jacob.

Le Sénonien, d'après M. Blanckenhorn, passait pour inexistant dans le Sandjak d'Alexandrette. Au delà de la pointe Nord du massif Alaouite, ses marnes, si largement développées en Syrie centrale, disparaissent en effet du paysage. Mais le Sénonien y existe sous de nouveaux faciès résultant : 1° du fait que l'on tend ici à sortir du domaine épicontinental de la plate-forme arabique; 2° de la mise en place des roches vertes au Maestrichtien [2] qui, en modifiant les reliefs, ont transformé les conditions de sédimentation.

Au début du Sénonien, une limite de faciès paraît suivre le couloir du Nahr el Kebir de Lattaquié. Au Sud, dans le massif Alaouite, se rencontre exclusivement un Sénonien marneux à Globigérines. Il repose sur du Turonien inférieur et en est peut-être séparé par une lacune; il est possible que les termes inférieurs du Sénonien manquent.

Au nord du Nahr-el-Kebir, le début du Crétacé supérieur doit être cherché sous les roches vertes : il pointe seulement au Djebel Akra et dans le Giaour Dagh. Au premier, le Crétacé s'élève, apparemment sans discontinuité, jusqu'à des marnes gréseuses verdâtres bourrées de Radiolaires et Globigérines, dont *Rosalina Linnei* Lmk. Au deuxième, le Crétacé sous-jacent aux roches vertes est couronné par des calcaires en plaquettes, gris, renfermant la même faune, surmontés de calcaires détritiques contenant de fines projections de matériel de roche verte, ainsi que des Orbitoïdes, Sidérolites et autres Foraminifères du Maestrichtien : c'est, semble-t-il, au cours de la montée des roches vertes que s'est déposé ce dernier sédiment.

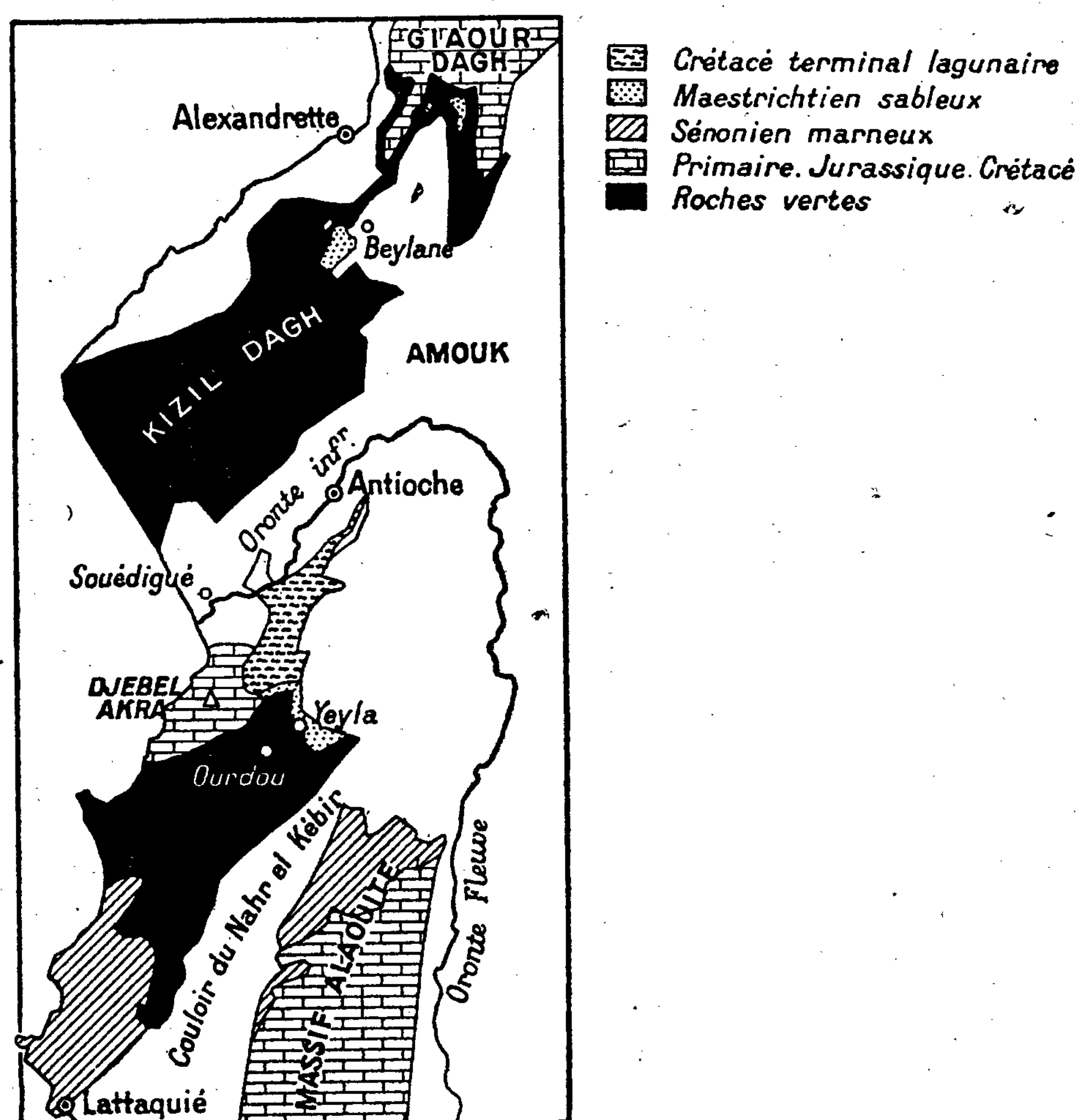
Mises en place, les roches vertes émergeaient sur de grandes étendues : entre l'Oronte et Lattaquié, les produits de leur érosion, des galets et graviers noyés dans un sable terreux rouge, jonchent leur surface. C'est donc sur la roche verte nue, ou sur ce manteau d'alluvion, que la mer maestrichtienne transgressera. Le faciès, dans le couloir du Nahr-el-Kebir, ne semble guère se modifier : il se dépose des marnes imprégnées d'hydrocarbures.

---

(1) Séance du 20 mai 1940.

(2) *Comptes rendus*, 203, 1936, p. 1173 et 209, 1939, p. 763.

Vers le Nord, à Yayla-Khan es Sanane (près d'Ordou), il devient détritique et sableux. A l'alluvion de roche verte succèdent des sables glauconieux à Orbitoïdes maestrichtiens, dans lesquels se trouvent en outre de gros *Hippurites* et *Lapeirousia*, tantôt isolés et complets, tantôt brisés et agglomérés par petits paquets en une brèche calcaire. Vers le haut, le sable passe à un calcaire pétri des mêmes Orbitoïdes, d'où les Rudistes ont disparu. Peu à l'Ouest, sur le sentier d'Ordou à Souédié, le niveau sableux



contient des *Loftusia Morgani* H. Douv., gros Foraminifère non encore signalé en Syrie, mais commun dans les faciès sableux à Rudistes du Maestrichtien de l'Irak. Encore ici, le sable passe à du calcaire détritique à Orbitoïdes. Puis suit une nouvelle formation : un calcaire siliceux, rubanné et poreux, bréchique, sans faune.

Celle-ci s'étend depuis le pied du Djebel Akra jusqu'au delà d'Antioche et sur le Djebel Smane, sur une surface de 30 km $\times$ 15 km. La roche rappelle une meulière, mais de très rares Milioles et Textulaires témoignent de son origine marine; des *Terebralia speciosa* Zekeli et des Turritelles précisent

que le faciès était saumâtre. Dans son ensemble, cette formation se présente comme un épisode local de la fin du Crétacé, quoique son aspect, dans le paysage, tendrait, à première vue, à la rapprocher du Lutétien sus-jacent.

Le Maestrichtien à Orbitoïdes reparaît aux alentours du col de Beylan, sur une aire assez large; il repose sur les roches vertes. Des récifs à *Lapeirousia Jouanneti* Desm. et *Radiolites* ont été observés dans l'Elma Dagh, près d'Utch Olouk. A l'approche du Giaour Dagh, sur le parallèle d'Alexandrette, le calcaire à Orbitoïdes existe aussi bien sous les roches vertes qu'en dessus d'elles.

Conclusions. — Le Crétacé supérieur continuait à s'étendre des Alaouites vers le Nord. La mise en place des roches vertes ne paraît pas altérer beaucoup les conditions de sédimentation aux Alaouites, tandis que, dans le Nord, elle fait succéder à un faciès de haute mer un faciès littoral comportant un épisode lagunaire local.

D'autre part l'absence de tout Crétacé supérieur au-dessus des roches vertes, sur le flanc Sud du Kizil Dagh, semble indiquer que le couloir de l'Oronte inférieur n'était pas occupé par la mer après la mise en place des roches vertes et que la structure actuelle de ce couloir ne s'est réalisée que plus tard.

MÉTÉOROLOGIE. — *La composante annuelle de la pluie en Palestine et en Transjordanie.* Note (¹) de M. **Soubhi Mazloum**, présentée par M. Georges Perrier.

Les résultats fournis par l'analyse des composantes annuelles de la pluie et de la température en Syrie et au Liban (²) incitent à une étude analogue de ces composantes en Palestine et en Transjordanie. La présente Note est consacrée à l'analyse des pluies.

A cet effet les relevés mensuels de près de 50 pluviomètres, observés avec continuité depuis 1930 et publiés par M. D. Ashbel (*Hebrew University*, Jérusalem), ont été analysés suivant la méthode Labrouste.

La composante annuelle dégagée forme des trains d'ondes à amplitude variable dont la phase présente de faibles écarts d'année en année et une variation continue de station à station. Les phases moyennes réalisées au 1er janvier, exprimées en centièmes de la période, ont permis d'interpréter les courbes isophases reproduites ci-après.

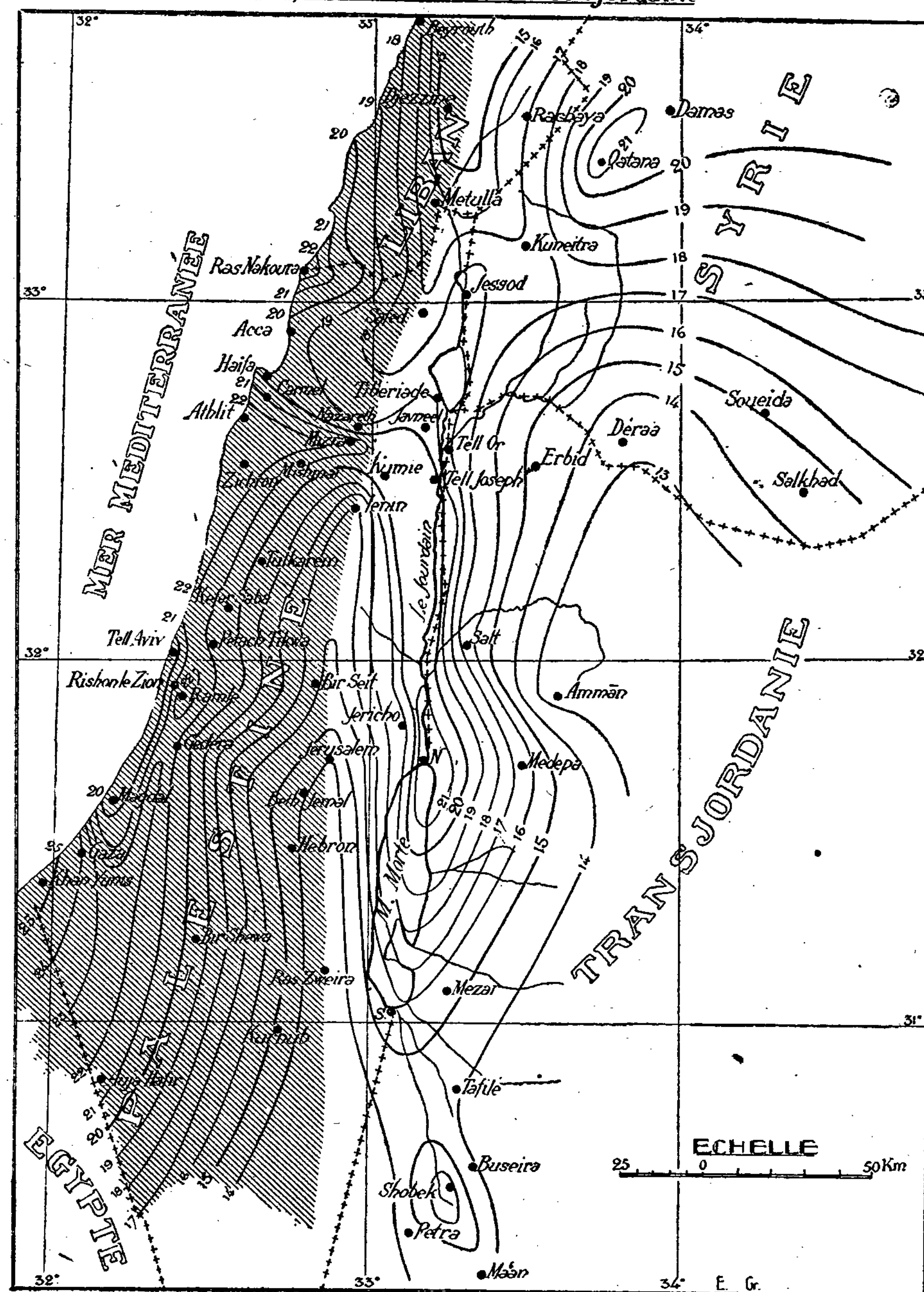
L'examen de ces courbes conduit à distinguer, en Palestine et en Trans-

(¹) Séance du 20 mai 1940.

(²) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 458 et 1921.

jordanie, trois régimes pluviométriques : un régime méditerranéen à l'Ouest, caractérisé par une décroissance régulière de la phase de la côte vers l'intérieur (zone grisée); un régime désertique à l'Est, où les pluies deviennent de plus en plus rares et tardives; et un régime de dépression

La Composante Annuelle de la Pluie
en Palestine et en Transjordanie



au-dessus de la Mer Morte et du Jourdain, caractérisé par une avance de phase maximum : les courbes isophases y dessinent une surface à double versant dont la ligne de crête coïncide avec l'axe du sillon médian et s'incurve au Nord vers la plaine d'Esdrelon; cette surface se raccorde avec celle de la zone côtière suivant une ligne jalonnée par les sommets de la

Judée, du Carmel et de la Galilée, qui délimite les régions soumises à l'un ou à l'autre régime.

L'explication de ces régimes peut être recherchée dans la morphologie du pays et l'origine de la pluie. Dans le régime méditerranéen, les nuages pluvieux, charriés par les vents d'Ouest, se déchargent sur les plaines littorales et le flanc occidental des massifs côtiers (pluies orographiques) : la phase décroît à mesure que l'on s'éloigne de la mer.

Dans la dépression du Ghor et de la Mer Morte (— 394^{m}), l'échauffement donne lieu à une évaporation intense et imprime à l'air chargé d'humidité des courants ascendants (phénomènes de convection) qui provoquent la pluie; cet effet est encore favorisé par l'influence du relief montagneux qui encercle la dépression, et c'est pourquoi la phase maximum réalisée au centre décroît de part et d'autre du fossé médian.

Ainsi la distribution de la phase de la composante annuelle de la pluie en Palestine et en Transjordanie souligne les contrastes du relief; et ici, comme au Maroc [3], à Madagascar ou en Indochine, elle exprime l'influence des déformations tectoniques.

La présente Note permet en outre de préciser les détails de la partie sud de la carte déjà publiée pour la Syrie.

Composante annuelle de la pluie en Palestine et en Transjordanie.

Station.	Phase.	Importance.	Station.	Phase.	Importance.	Station.	Phase.	Importance.
Palestine.			*Palestine* (suite).			*Transjordanie.*		
Acca	19,4	49,8	Magdal	19,0	55,0	Ammān	12,5	56,0
Athlit	22,5	53,8	Mishmar Haemek	20,5	50,4	Buseira	14,1	51,8
Auja Hafir	21,6	68,0	Mizra	22,0	40,5	Irbid	14,7	66,2
Beit Jemal	16,1	52,6	Metulla	16,8	49,0	Medepa	17,5	65,4
Bir Seit	16,5	48,2	Nazareth	19,0	53,5	Mezar	15,4	52,0
Bir Shewa	19,6	45,0	Petach-Tikwa	20,7	46,9	Ma'ān	14,3	60,4
Carmel	21,1	61,2	Ramlé	22,5	48,9	Petra	14,4	63,5
Gaza	24,3	39,6	Ras Zueira	13,0	52,0	Salt	16,7	53,5
Gedera	21,0	45,6	Ras Nakoura	22,2	48,3	Shobek	16,3	57,8
Haïfa	19,8	53,4	Rishon-le-Zion	21,0	44,5	Tafilé	14,0	66,3
Hebron	14,1	40,0	Safed	17,1	60,0	*Liban.*		
Javneel	19,4	53,0	Tell Aviv	19,8	65,0	Beyrouth	17,5	48,1
Jenin	16,8	60,3	Tibériade	19,0	59,4	Djezzine	13,6	46,6
Jericho	18,9	47,1	Tulkarem	19,7	53,0	Rachaya	17,0	67,2
Jérusalem	14,0	37,7	Tell Or	17,3	50,9	*Syrie.*		
Jessod	18,2	58,5	Tell Joseph	20,7	51,1	Damas	20,8	47,7
Khan Yunis	25,2	51,6	Zichron Jacob	22,5	50,0	Dera'ā	13,5	51,0
Kumie	20,5	57,0				Kuneitra	17,0	63,2
Kurnub	14,9	50,0	*Egypte.*			Qatana	21,6	61,5
Kfar Saba	20,4	48,7	Alexandrie	21,0	47,2	Salkhad	14,6	58,5
Mer Morte (N)	22,8	48,0	Port-Saïd	11,9	32,2	Soueida	14,8	46,3
Mer Morte (S)	15,6	27,3						

(3) V. Frolow, *Comptes rendus*, 206, 1938, p. 1226.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les anomalies du système ligneux des tiges de Cucurbitacées peuvent être expliquées par leur étude ontogénique.* Note de M. **Fernand Pellissier**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

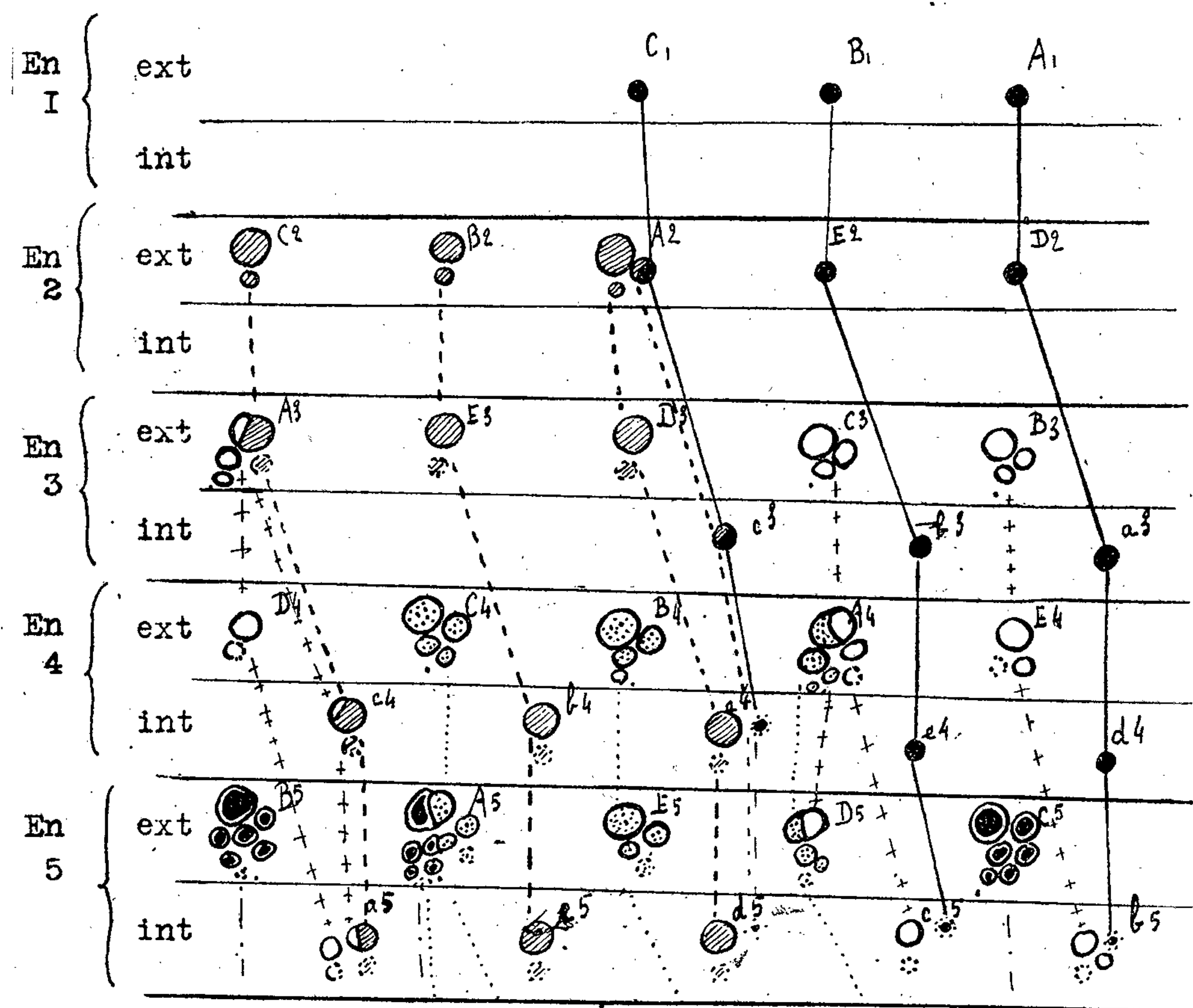
En recherchant dans les différents stades de l'appareil ligneux de quelques Cucurbitacées la notion de ces plantules en miniature que constituent les Phyllorhizes de Chauveaud [1], il m'a paru intéressant de tenter d'expliquer les diverses dispositions constatées dans leurs tiges. Chez toutes les espèces étudiées l'édification de l'appareil se fait suivant un processus unique : une triple ébauche de différenciation ligneuse apparaît dans la région nodale de la base du pétiole et se propage ensuite en amont vers la feuille donnant les faisceaux foliaires de la phylle, en aval vers la tige donnant les faisceaux caulaires de la phylle, prolongés par les faisceaux intercaulaires et dans la racine par des éléments radiculaires. Quelle que soit sa complexité, l'appareil définitif dérive uniquement de ce point de départ.

Les 6 faisceaux de l'hypocotyle peuvent ainsi être expliqués par la coalescence des phyllorhizes cotylédonnaires dont les faisceaux caulaires latéraux sont fusionnés, tandis que les faisceaux médians sont dédoublés. Les phyllorhizes épicotylées se forment progressivement de la préfoliaison opposée à la préfoliaison 2/5 et l'atteignent dès la troisième feuille. L'angle de divergence contraint alors les 3 faisceaux caulaires $A1$, proximal par rapport à la vrille, $B1$ et $C1$ comme l'indique la figure, à se prolonger respectivement par les faisceaux intercaulaires $D2$, $E2$ et le faisceau mixte $A2$, puis au long des entre-nœuds inférieurs par les faisceaux intercaulaires internes $a3$, $b3$, $c3$, $d4$, $e4$, $a4$, $b5$, $c5$, $d5$ etc., puis par les faisceaux mixtes de l'hypocotyle vers la racine, ou pour les bourgeons latéraux dans les faisceaux internes a et b de la tige mère. L'appareil vasculaire de la tige, formé successivement de 3, 5, 8 et 10 faisceaux en deux cercles de 5, ne résulte en définitive que de la coalescence des systèmes élémentaires des phyllorhizes successives. Des faisceaux externes, B et C sont caulaires, D et E intercaulaires, A caulaire et intercaulaire est mixte; les faisceaux internes tous intercaulaires sont rapidement mixtes.

---

[1] *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 343.

A l'état adulte, les genres *Cucurbita*, *Luffa*, *Adenopus*, *Abobra*, les espèces *Ciccinia hirtella*, *Cucumis pustullatus*, *Momordica umbellata* conservent les 10 faisceaux. La coalescence plus profonde se traduit par la présence d'anastomoses nouvelles variant peu au niveau des nœuds. Avec l'âge, sous l'effet d'une cause uniquement ontogénique telle que l'abondance des phyllorhizes dans un rameau, les faisceaux internes *e* d'abord, puis *c*, peuvent se dédoubler anormalement, mais jamais, comme je l'ai observé, les faisceaux externes ne sont dédoublés ([2]). Ceci permet d'expliquer les



structures de *Lagenaria vulgaris*, *Cyclanthera pedata*, *Citrullus vulgaris*, *Telferia pedata*, où le faisceau *e* est dédoublé, celles de *Sechium edule*, *Coccinia Engleri*, où les faisceaux *e* et *c* sont dédoublés et quelquefois le faisceau *a*, et même la structure apparemment si atypique de l'*Ecballium elaterium*, où tous les faisceaux internes présentent des dédoublements.

Pour une cause ontogénique inverse (petit nombre ou faiblesse des phyllorhizes supérieures par suite de lésions expérimentales), ce même faisceau *e* déjà normalement *réduit*, suivant l'expression de Zimmer-

---

([2]) *Bull. Soc. Bot. France*, 12 janvier 1940.

mann ([3]), peut n'être représenté que par quelques trachées chez les espèces à 10 faisceaux. On observe naturellement, mais pour la même raison, son absence dans les *Rhynchocarpa*, *Thladiantha*, *Melothria*, *Cucumis melo*, *C. Sativus*, comme chez *Bryonia dioica* et quelques *Momordica*, où, de plus, le faisceau caulaire *A* se différenciant le long du faisceau *C* inférieur, le nombre des faisceaux est ramené à 8.

Au total, dans l'ensemble l'ontogénèse de l'appareil vasculaire paraît dériver d'un type unique, et les quelques altérations constatées n'enlèvent rien à l'homogénéité de la famille des Cucurbitacées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur le bourgeonnement du tissu cambial d'*Ulmus campestris *cultivé* in vitro. Note de M. **Roger Gautheret**, transmise par M. Alexandre Guilliermond.

Nous avons récemment signalé que des fragments isolés de tissu cambial d'Orme produisent de nombreux bourgeons lorsqu'on les cultive dans des milieux sucrés. Nous avons montré en outre que ces bourgeons qui demeurent minuscules à l'obscurité évoluent en tiges feuillées si les cultures sont exposées à la lumière ([1]).

Poursuivant ces expériences, nous avons recherché quelle pouvait être l'action de certaines substances excitantes sur le développement de fragments de tissu cambial d'Orme cultivés dans un milieu renfermant 2 % de glucose.

Nos expériences ont tout d'abord porté sur la vitamine B^1, qui, ainsi qu'on le sait, provoque la multiplication des cellules. Des doses de vitamine B^1 de l'ordre de 10^{-6} à 10^{-5} n'influencent en rien le bourgeonnement du tissu cambial de l'Orme. Cette substance accélère simplement la croissance des mamelons indifférenciés qui se développent normalement sur les cultures, et ceci est conforme aux résultats de nos travaux antérieurs.

Nous avons également étudié l'action de diverses doses d'acide indol-β-acétique sur des fragments de cambium d'Orme cultivés dans des milieux sucrés. Si le milieu nutritif renferme une concentration d'acide indol-β-acétique supérieure à 10^{-5}, le bourgeonnement des cultures est totalement inhibé, tandis que des cals volumineux se développent sur les fragments sous l'action de cette substance.

([3]) *Die Cucurbitaceen*, Iéna, 1922.

([1]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 632.

Si le milieu renferme une concentration d'acide indol-β-acétique comprise entre 10^{-5} et 10^{-7}, l'inhibition n'est que partielle et les cultures produisent quelques bourgeons. Enfin, si la concentration est inférieure à 10^{-7}, l'acide indol-β-acétique n'exerce plus aucune action sur les cultures et celles-ci produisent alors autant de bourgeons que lorsque le milieu sucré ne renferme pas de substance active. L'acide naphtalène-acétique nous a donné des résultats comparables et s'est même montré plus actif que l'acide indol-β-acétique, aussi bien en ce qui concerne l'inhibition du bourgeonnement que la formation de cals.

Nous avons ensuite recherché si les fragments de tissu cambial d'Orme possèdent une polarité, c'est-à-dire si les bourgeons se localisent ou non en certains points privilégiés.

Nous avons pu remarquer que les bourgeons se forment surtout dans la partie supérieure du fragment de tissu, c'est-à-dire dans la région qui, lorsque le tissu n'a pas encore été prélevé sur l'arbre, se trouve tournée vers le haut de la plante. La polarité du tissu isolé est donc la même que celle qu'il présente normalement, c'est-à-dire dans le végétal entier. Cette polarité n'est d'ailleurs pas très accusée, car si le fragment est disposé dans le milieu de culture d'une manière telle que sa région inférieure soit plus humide que sa région supérieure, la zone dans laquelle se forment les bourgeons se déplace vers la région inférieure plus riche en eau.

L'emplacement des bourgeons est également influencé par les lésions. C'est ainsi que si l'on écrase le tissu en un point quelconque du fragment, des bourgeons se forment autour de la partie blessée. On peut enfin remarquer que les fragments sont dissymétriques et possèdent une face interne, qui est normalement tournée contre le bois, et une face externe tournée vers l'écorce. Ces deux faces offrent cependant le même pouvoir de bourgeonnement contrairement à ce qu'on pouvait supposer *a priori*.

Nous avons finalement étudié les caractères anatomiques et cytologiques de ces bourgeons. Il n'est pas possible d'admettre qu'ils dérivent de minuscules ébauches incluses dans le tissu normal, car s'il en était ainsi la position des zones bourgeonnantes serait toujours bien définie et les conditions extérieures, les lésions, l'humidité, ne pourraient modifier leur localisation. L'observation de coupes montre d'ailleurs que les bourgeons dérivent de grandes cellules différenciées, fortement vacuolisées et riches en amidon mais dépourvues de chloroplastes.

Ces cellules se recloisonnent et donnent naissance à de petits nodules méristématiques constitués de petits éléments dépourvus d'amidon, dont

les vacuoles peu développées sont en forme de grains ou de filaments anastomosés.

Ces massifs indifférenciés sont toujours localisés à la surface du tissu et demeurent très petits à l'obscurité. A la lumière, ils s'organisent rapidement en bourgeons par suite de la différenciation d'ébauches foliaires dont les cellules renferment de volumineux chloroplastes et un système vacuolaire différencié comportant d'ailleurs deux catégories de vacuoles comme les cellules de tissus normaux. Les tiges feuillées issues de ces bourgeons ont une structure normale et portent des feuilles présentant la dissymétrie bien connue de la feuille d'Orme.

En résumé, nos expériences montrent que :

1° la vitamine B^1 n'exerce aucune action sur le bourgeonnement du tissu cambial d'Orme; les hétéro-auxines inhibent le bourgeonnement, ce qui est conforme à l'opinion classique;

2° le tissu cambial isolé présente une polarité peu accusée susceptible d'être modifiée par les conditions extérieures;

3° le bourgeonnement est lié à un processus de dédifférenciation cellulaire qu'il serait intéressant d'étudier en détail.

GÉNÉTIQUE. — *Sur l'hérédité des caractères spécifiques des* femelles *appartenant à deux espèces de Gryllides,* Gryllus campestris *L. et* Gr. bimaculatus *de Geer.* Note de Mlle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

J'ai montré que, chez les hybrides interspécifiques des Gryllides, les méthodes biométriques permettent de réaliser une analyse génétique très précise des croisements. J'ai donné [1] les résultats de cette analyse pour les hybrides ♂. La présente Note est relative aux hybrides femelles. Pour 677 ♀, les mensurations des caractères et leur mise en tableaux de corrélation donnent des résultats semblables.

Ces 677 individus comprennent 121 ♀ de *Gr. campestris* (*C*) de souches françaises; 309 ♀ de *Gr. bimaculatus* (*B*), issues de deux souches, l'une de Nice, l'autre des îles Açores; enfin 247 ♀ hybrides (*H*), issues du croisement réciproque des deux espèces *C* et *B*, soit 131 ♀ hybrides $C \times B$ et 116 ♀ $B \times C$. Les individus composant ces deux derniers lots hybrides proviennent de nombreux couples, constitués

(1) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 1433; 210, 1940, p. 635 et 707.

avec les diverses souches de *C* et de *B*. Mais, si la séparation des femelles *C*, *B* et hybrides s'est révélée facile, il n'en est pas de même des deux catégories d'hybrides réciproques, car la variation fluctuante individuelle de tous les indices morphométriques d'une catégorie empiète sur l'étendue de la variation fluctuante des indices de l'autre.

Le tableau ci-après donne les valeurs, multipliées par 100, des rapports ($Fe_B : Fe_C$, $Ti_B : Ti_C$, etc.) entre les moyennes des caractères des ♀ des espèces parentes et les *grandeurs moyennes théoriques* des caractères homologues des hybrides réciproques. Ces dernières ont été calculées, comme pour les mâles, suivant la méthode que j'ai proposée, afin de rendre les rapports indépendants de l'influence de l'hétérosis et de l'allomérie (dysharmonie) de taille.

♀	Fe.	Ti.	Ai.	El.	Pa.	Pp.	Pl.	Tt.	Th.	Ta.
I. *B*:*C*.......	104	114	222	111	83	100	100	78	75	110
II. *CB*:*C*.......	102	108	210	109	88	100	100	86	84	108
III. *CB*:*B*.......	98	95	95	98	107	100	100	110	112	98
IV. *BC*:*C*.......	102	105	205	107	89	100	99	86	83	106
V. *BC*:*B*.......	97	92	93	97	108	100	100	111	112	96
VI. *BC*:*CB*......	99	97	98	99	101	100	99	100	99	98

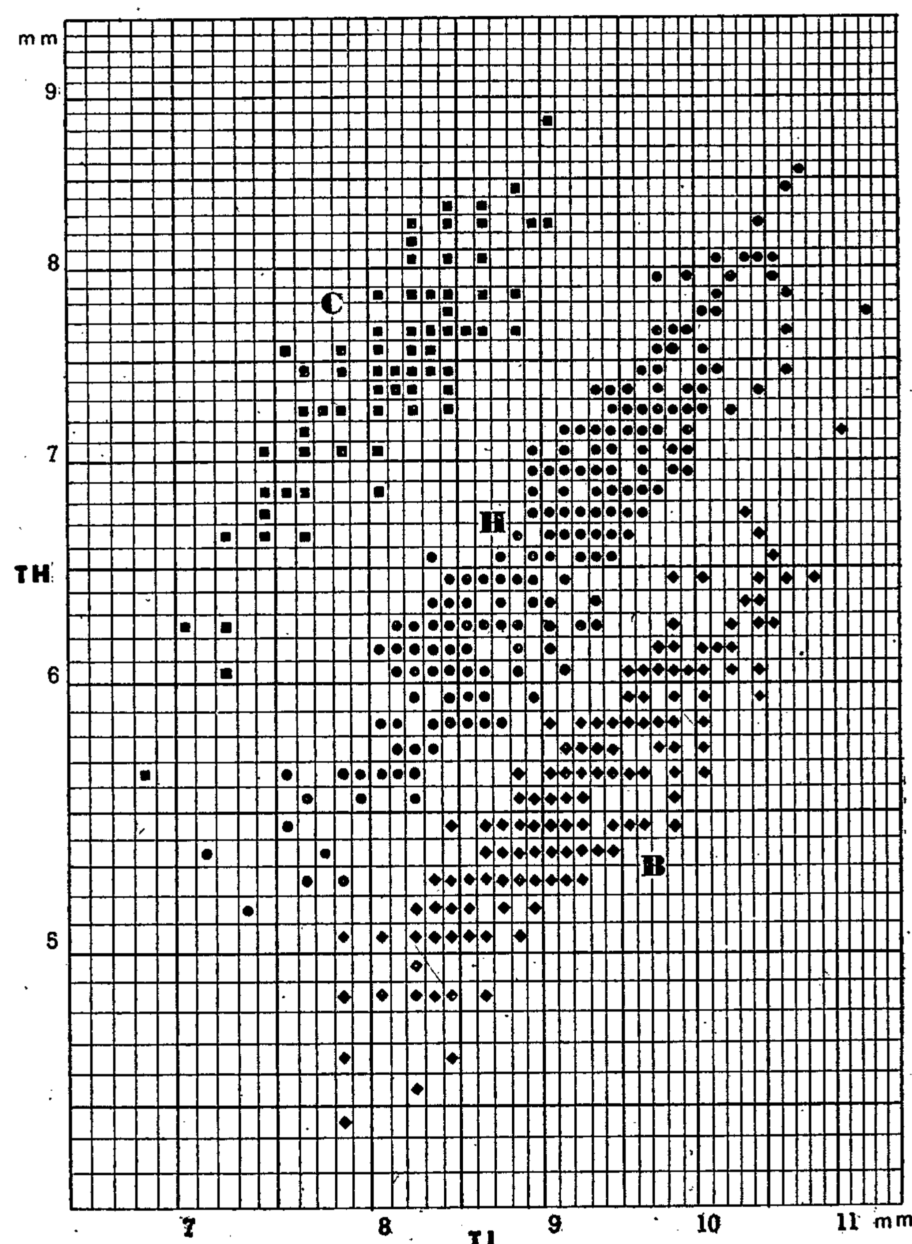
Longueurs respectives : Fe, des fémurs et Ti, des tibias postérieurs; El, des élytres; Ai, des ailes; Ta, de la tarière et Pl, du pronotum; Pa et Pp, largeurs des bords antérieur et postérieur du pronotum; Tt, largeur de la tête; Th, hauteur de la face.

L'inspection de ce tableau et sa comparaison avec celui relatif aux mâles montre que, chez les ♀ comme chez les ♂, tous les caractères des deux espèces parentes (ligne I) varient plus ou moins d'une espèce à l'autre, sauf les caractères Pp et Pl. De plus, la dysharmonie interspécifique des caractères touche les mêmes caractères chez les deux sexes d'une même espèce, et cela dans des proportions sensiblement les mêmes. Ainsi, Fe, Ti, Ai et El sont plus longs chez *B* ♀ et ♂ que chez *C* et, inversement, Pa, Tt et Th sont plus grands chez *C* ♀ et ♂ que chez *B*. A ces caractères spécifiques, communs aux deux sexes, vient s'ajouter la tarière, qui est, en moyenne, de 10 % plus longue chez *B* que chez *C*. Les principaux rapports caractéristiques distinguant les deux espèces, exclusion faite des ailes, sont, chez les ♀ comme chez les ♂, Th et Tt en fonction de Ti ou de El.

Les lignes II à V donnent les rapports entre les moyennes théoriques des ♀ de chacune des catégories des hybrides réciproques et les moyennes des caractères des ♀ de chacune des espèces parentes. La comparaison des nombres des lignes II et IV avec les nombres de la ligne I, donne, pour chaque colonne, une notion exacte des taux de parenté des hybrides avec les deux espèces parentes, et cela pour chacun des caractères.

Ainsi qu'on peut le voir, les deux hybrides ♀ peuvent être séparés

des ♀ de chacune des espèces parentes, au moyen des indices dont les termes correspondent aux caractères spécifiques les plus importants : d'une part, les tibias postérieurs et, d'autre part, la largeur ou la hauteur de la face. On constate que ces indices séparateurs sont les mêmes pour les ♀ que pour les ♂. Par contre les deux catégories d'hybrides réciproques ne peuvent être séparés au moyen d'un rapport caractéristique, le plus grand écart entre deux quotients de la ligne VI (Pa_{BC} : Pa_{CB} et Ti_{BC} : Ti_{CB}) n'atteignant que 4 %, chiffre de beaucoup inférieur à l'étendue de la variation individuelle des indices de chacun des hybrides.



Le tableau ci-dessus de corrélation des mesures individuelles de Th en fonction de Ti illustre ce qui précède, en montrant la disposition des trois populations *campestris* (*C*), *bimaculatus* (*B*) et leurs hybrides (*H*). On peut constater ainsi qu'en mesurant ces deux caractères chez une femelle dont on ignore l'origine, on la détermine automatiquement comme étant *C*, *B* ou *H*, mais on ne peut préciser, dans le cas d'une femelle hybride, le sens du croisement dont elle est issue, puisque les femelles *CB* et *BC* sont intermédaires, et cela dans les mêmes proportions.

BIOLOGIE PHYSICOCHIMIQUE. — *Lésions tuberculeuses produites à distance par une substance chimique définie extraite du bacille. Premières données sur la constitution de cette substance.* Note de Mlle **Nine Choucroun**, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai signalé que des lésions tuberculeuses typiques peuvent être engendrées à distance, en l'absence vérifiée de tout corps bacillaire, par une substance chimique extraite du bacille ([1]).

Cette substance, en suspension dans l'huile de paraffine, inoculée par voie péritonéale à des cobayes, détermine l'apparition de lésions pulmonaires typiques, décelables à la radiographie moins de 15 jours après l'inoculation, allant en s'accentuant, jusqu'à entraîner le plus souvent la mort de l'animal. La dose minima, alors essayée, était de 1/50e de milligramme par animal. J'ai pu abaisser la dose mortelle à 1/500e de milligramme. Je me suis naturellement assurée que l'huile vierge, dont je me sers, n'a aucune action. Les expériences portent maintenant sur plus de 200 cobayes (110 avec dossier radiographique).

Je rappelle que cette substance active extraite des bacilles morts desséchés, par de l'huile de paraffine qui a été en contact prolongé avec ces bacilles à la température de 37°, reste en suspension dans l'huile quand, par centrifugation, on sépare celle-ci du magma des bacilles.

J'ai réussi à précipiter cette substance de l'huile de paraffine par le dioxane. Ce précipité P, longuement lavé au dioxane, s'est révélé biologiquement actif, alors que le filtrat (huile + dioxane), débarrassé de dioxane, était inactif.

Ce précipité a été traité par l'alcool méthylique anhydre, qui a dissous une substance P_{M_0}. Le résidu P_M a été traité par le chloroforme où il se dissout presque complètement (dans le cas où P provient de l'extrait huileux de bacilles humains), donnant la substance active P_{MK_0}. Avec l'extrait huileux de bacilles bovins, le résidu P_{MK} n'est pas négligeable, mais il est sans activité biologique.

L'analyse microchimique de cette substance P_{MK_0} a montré qu'elle ne contient ni azote, ni phosphore, mais seulement du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Le poids moléculaire déterminé par cryoscopie est de l'ordre de 1200 et le point de fusion voisin de 240°.

([1]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 511-513.

L'étude de la constitution de ce corps P_{MK_0} a pu être faite selon les méthodes de la microchimie, grâce à MM. Margulies et Schwartzkopf qui préciseront ultérieurement le détail de leurs recherches.

L'hydrolyse de la substance par la potasse alcoolique à 10 % scinde la molécule en deux tronçons : d'une part un ou des sucres (polysaccharides, puisqu'ils ne donnent pas de réaction avec la liqueur de Fehling avant l'hydrolyse); d'autre part un corps de point de fusion 59° et de poids moléculaire 900 environ. Ce corps *a* a une fonction acide libre, titrable, et une fonction alcool primaire, qui a été identifiée par formation d'une lactone (point de fusion 48°) obtenue en déshydratant le corps *a* par l'acide sulfurique concentré.

Cette lactone, neutre à la titration, donne réversiblement l'acide alcool (P. F. 59°) par traitement avec une soude aqueuse à 10 %. Et l'on peut supposer que, dans le corps actif P_{MK_0}, les sucres sont combinés à la fonction alcool de l'alcool-acide, puisque ce corps a une fonction acide libre.

La formule globale de l'acide-alcool serait $C^{60}H^{120}\left\langle\begin{matrix}COOH\\CH^2OH\end{matrix}\right.$;

celle de la lactone $C^{60}H^{120}\left\langle\begin{matrix}CO\\CH^2\end{matrix}\right\rangle O$.

La distillation, dans un vide très poussé (au delà du micron) à 300°, de cet acide-alcool, a permis d'obtenir une fraction acide à la titration. L'analyse de cette fraction, son point de fusion (P. F. 85°), son poids moléculaire (400 environ), permettent de supposer qu'on se trouve en présence de l'acide phtioïque $C^{26}H^{52}O^2$, isolé par Anderson (²) du bacille tuberculeux, et dont Sabin (³) a montré qu'il déterminait seulement des lésions locales au point d'inoculation.

Ces différentes fractions, acide-alcool, lactone, acide phtioïque, sucre, ont été inoculées à des cobayes à la dose de 1^{mg} par animal.

Alors qu'avec l'extrait chloroformique global P_{MK_0}, même à la dose minima essayée de 1/500ᵉ de milligramme, des lésions apparaissent moins de 15 jours après l'inoculation, aucun de ces tronçons de molécules n'a provoqué, chez l'animal, l'apparition de lésions décelables, même au bout de 3 semaines.

Il semble bien alors que c'est la molécule P_{MK_0}, dans son ensemble, qui est active. Elle est d'ailleurs remarquablement résistante puisque, même fondue à 240° et remise en suspension dans l'huile de paraffine, elle conserve toute son activité biologique.

(²) *Journal of Biological Chemistry*, 85, 1929, p. 351.

(³) *Journal Experimental of Medicine*, 46, 1927, p. 645.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Inoculation pulmonaire du virus pourpré (fièvre des Montagnes Rocheuses)*. Note de MM. **Paul Durand**, **Paul Giroud** et Mme **Hélène Sparrow**, présentée par M. Émile Roubaud.

Deux d'entre nous ont rapporté (¹) les résultats de l'inoculation pulmonaire des virus typhiques et boutonneux. La proche parenté des virus de la fièvre boutonneuse et de la fièvre pourprée des Montagnes Rocheuses faisait prévoir une activité analogue de ce dernier virus.

Nous avons expérimenté sur la souris, le mérion et le lapin, en utilisant trois souches de R. R. Parker. La première est entretenue à Paris, depuis 1938, par passage sur cobayes, les organes infectieux étant conservés à — 25° entre les passages. Très virulente, elle tue fréquemment le cobaye. La seconde, entretenue de même à Tunis depuis 1936, s'est montrée dès le début peu virulente (absence de lésions scrotales ou cutanées, mort exceptionnelle). La troisième, reçue tout récemment, paraît d'une virulence intermédiaire.

Inoculation d'organes d'animaux de passage. — *Souris*. — Le cobaye K 32, inoculé avec le produit de broyage de vaginales et de rate (souche I, virulente) conservée 350 jours à — 25°, atteint et dépasse 41° au bout de 4 jours; il est sacrifié le 8e jour et l'exsudat de ses vaginales, riche en Rickettsies, sert à infecter par voie respiratoire des souris anesthésiées à l'éther.

Elles présentent les mêmes symptômes que celles qu'on inocule de typhus (historique ou murin) ou de boutonneuse (souches de Tunis, souches de Juan) et meurent en hypothermie, au bout de 3 à 5 jours. Au cours des passages, pratiqués de même sur 50 souris à partir des poumons hépatisés, la maladie tend à devenir brève, la mort ne survenant cependant jamais avant 40 heures. Les poumons hépatisés en totalité ou par zones, plus rarement simplement congestionnés, sont riches en Reckettsies libres ou intracellulaires et sont extrêmement virulents. Injectés en petite quantité dans le péritoine du cobaye, ils tuent l'animal parfois en 4 jours seulement. Dosés dans la peau du lapin, suivant la technique de P. Giroud (²), ils donnent une réaction très nette avec nécrose jusqu'à des doses de 1/4000e à 1/8000e.

(¹) P. Durand et H. Sparrow, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 420-422.
(²) *C. R. Soc. Biol.*, **133**, 1940, p. 346.

Conservés à —25°, ils peuvent encore donner des passages par voie nasale après 2, 4, 16 et 63 jours.

Avec notre souche II, peu virulente, 15 souris ont été inoculées à partir de rate et de vaginales de cobayes ou de mérions. Onze ont survécu. Quatre sont mortes en hypothermie du 6e au 8e jour, avec hépatisation partielle ou totale des poumons. Les frottis n'ont pas montré de Rickettsies.

Mérions. — Des passages de poumons de souris (1re souche) au mérion par la même voie provoquent une poussée fébrile au delà de 40°, puis une chute de la température jusqu'à la mort qui survient en hypothermie le 5e ou le 6e jour. Poumons hépatisés totalement ou en partie, avec congestion dans les régions non hépatisées. Les Rickettsies, dont un certain nombre paraissent intranucléaires, sont souvent d'une abondance extrême.

Quatre mérions et deux gerbilles inoculées avec notre souche II n'ont pas réagi.

Lapins. — Comme celui de la souris et du mérion, le poumon du lapin réagit au virus pourpré.

Exemple. — Le lapin K 68, mis en état de moindre résistance, reçoit par voie trachéale l'émulsion du poumon de la souris 33 PSP. Sa température monte à 40° au bout de 2 jours et tombe au cours des 2 jours suivants jusqu'à 27°. A l'autopsie, les poumons, dont le poids est très augmenté, présentent une hépatisation d'aspect lardacé avec présence de Rickettsies en quantité considérable dans les cellules et dans les noyaux.

Inoculation de broyage de *Dermacentor* infectés. — Les tiques infectées qui constituent la souche III sont divisées en trois lots : le premier et le deuxième à jeun depuis six semaines (le deuxième ayant séjourné 6 jours à 33° avant utilisation), le troisième nourri sur cobaye pendant 48 heures puis placé 4 jours à 33°.

Trois souris inoculées avec le premier lot ne réagissent pas.

Il en est de même de trois souris inoculées avec le deuxième, mais deux jeunes mérions font une courte réaction à 39° le 3e jour : l'un guérit sans incident; l'autre meurt en hypotermie le 7e jour, avec une hépatisation pulmonaire totale et de rares Rickettsies extracellulaires.

De trois souris instillées avec le troisième lot, l'une ne réagit pas. Les deux autres sont sacrifiées en hypothermie le 3e jour (pas d'hépatisation, Rickettsies rares) et le 6e jour (hépatisation totale, Rickettsies assez nombreuses extracellulaires). Deux jeunes mérions de la même série, sacrifiés au bout de 8 jours, présentent de l'hyperémie pulmonaire avec rares Rickettsies. Des passages ont été pratiqués avec succès à partir des rongeurs infectés par voie respiratoire avec le broyage de tiques.

Il est donc possible chez la souris, le mérion et le lapin, par inoculation respiratoire de matériel virulent de fièvre pourprée, d'obtenir des lésions pulmonaires étendues riches en Rickettsies. Nous n'avons pas retrouvé la différence d'activité entre les sources virulentes : l'hôte invertébré et les organes de cobayes infectés, différence qui existe dans le typhus historique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Essais de vaccination contre le virus pourpré (fièvre des Montagnes Rocheuses) au moyen de Rickettsies tuées par le formol (souches pulmonaires).* Note de MM. **Paul Durand** et **Paul Giroud**, présentée par M. Émile Roubaud.

Les résultats obtenus dans nos essais de vaccination contre le typhus au moyen de Rickettsies tuées par le formol (1) nous ont incités à instituer une expérience du même ordre avec les Rickettsies de la fièvre poupréе provenant de poumons de souris inoculées par voie respiratoire (2).

Le vaccin a été préparé suivant la technique précédemment décrite : broyage des poumons et émulsion en sérum humain ou équin dilué à 1/5e, centrifugations fractionnées, émulsions du culot de Rickettsies en sérum physiologique, formolé à 2 ‰ à raison de 10 cm³ pour un poumon pesant 0g,30; conservation au moins cinq jours à la glacière avant emploi.

Sept cobayes mâles (pour pouvoir noter éventuellement les réactions scrotales au cours de l'épreuve) reçoivent dans le derme 1/2 cm³ de vaccin réparti en quatre points différents. Une seconde vaccination identique a lieu trois jours après la première et une troisième quatre jours après la deuxième.

Pas de réaction locale ni générale notables.

Treize jours après la dernière vaccination, ils subissent, ainsi que douze cobayes témoins, également mâles, l'inoculation d'épreuve consistant en l'injection péritonéale de quantités variables de caillots sanguins broyés provenant de trois cobayes de passage, en pleine fièvre.

Trois cobayes témoins reçoivent ainsi 1/2000 cm³ du mélange des caillots. Chez les trois, fièvre dépassant 41°. Deux cobayes présentent des lésions scrotales, un autre meurt le 17e jour.

---

(1) P. Durand et P. Giroud, *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 493-496.

(2) Voir la Note ci-dessus.

Trois autres témoins reçoivent 1/200 cm³. L'un d'eux atteint 41°, a des lésions cutanées, une réaction scrotale et guérit. Les deux autres font une fièvre élevée et meurent les 9ᵉ et 13ᵉ jours.

Trois autres témoins reçoivent 1/20 cm³. Fièvre dépassant chez tous 41° avec lésions cutanées et, pour deux, réactions scrotales. Un cobaye meurt le 11ᵉ jour.

Enfin trois derniers témoins reçoivent 1/2 cm³. Tous atteignent 41°, font des lésions scrotales mais survivent.

Des sept vaccinés, deux sont éprouvés avec 1/20 cm³, les cinq autres avec 1/2 cm³ du même mélange de caillots que les témoins, c'est-à-dire avec des doses dépassant de beaucoup 100 ou 1000 fois la dose minima infectante. A la différence des témoins, qui tous ont réagi de façon très sévère ou mortelle, un seul des vaccinés qui a reçu 1/2 cm³ de matériel infectant fait une fièvre modérée (40°,1, 40°,5, 40°,2 les 5ᵉ, 8ᵉ et 9ᵉ jours) et guérit sans manifestations cutanées. Tous les autres ne présentent ni réaction locale, ni réaction générale.

L'action protectrice des Rickettsies formolées du virus pourpré apparaît ainsi évidente. Elle l'est d'autant plus, il y a lieu de le remarquer, que la vaccination de nos animaux a été faite suivant un rythme rapide, et que l'épreuve a été effectuée à une date très rapprochée des dernières injections vaccinantes.

La séance est levée à 15ʰ 20ᵐ.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 29 avril 1940.)

Note de Mlle *Germaine Cousin*, Sur une analyse quantitative de la répartition des caractères spécifiques des parents, chez les hybrides interspécifiques réciproques de première génération. (Croisement *Gryllus campestris* L. × *Gr. bimaculatus* de Geer.) :

Page 636, ligne 18 en remontant, *au lieu de* $70 \pm 3B$, *lire* $70 \pm 3C$.

(Séance du 15 mai 1940.)

Note de M. *Gabriel Bertrand*, Sur la présence contestée du magnésium dans le pollen :

Page 686, ligne 7 en remontant, *au lieu de* une fois secs, passés, *lire* une fois sèches, passées.

Page 688, ligne 10, *au lieu de* nos parties, *lire* 100 parties.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES D'AVRIL 1940 (*suite et fin.*)

Mémorandum du Comité national tchécoslovaque relatif aux persécutions de l'enseignement universitaire et à la suppression de l'activité scientifique en Bohême et en Moravie. Paris, Imprimerie Studio, 1940; 1 fasc. 24cm.

Condiciones del Calor en la Vivienda, en relación al Calor Externo. Los Valores de Calor más Elevados en la República Argentina, par WALTER KNOCHE. Buenos-Aires, Talleres Gráficos Tomás Palumbo, 1939; 1 fasc. 27cm.

Condiciones Climáticas en Relación a las Migraciones Melanesio-Polinésicas Dentro de la Oceania y Hacia Sud America, par WALTER KNOCHE. Extrait des *Anales de la Sociedad Cientifica Argentina.* Tome CXXVIII. Fascicule IV. Buenos-Aires, Talleres Gráficos Tomás Palumbo, 1939; 1 fasc. 27cm.

Sobre la etimologia de la Palabra Garua, par WALTER KNOCHE. Extrait des *Anales de la Sociedad Cientifica Argentina.* Tome CXXVII. Fascicule III. Buenos-Aires Talleres Gráficos Tomás Palumbo, 1939; 1 fasc. 27cm.

Nota Sobre el Rocio, par WALTER KNOCHE. Extrait des *Anales de la Sociedad Cientifica Argentina.* Tome CXXVII. Fascicule II. Buenos-Aires, Talleres Gráficos Tomás Palumbo, 1939; 1 fasc. 27cm.

Contribution à la connaissance des météores aqueux et aériens du Ruanda-Urundi (*Plateau des grands lacs africains*), par E. FRASELLE. Liége, Maison Desœr, 1939; 1 fasc. 24cm.

L'origine des cellules reproductrices et le problème de la lignée germinale, par LOUIS BOUNOURE, in *Collection des Actualités biologiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1939; 1 vol. 21cm (présenté par M. L. Bouvier).

Continuité germinale et reproduction agame, par LOUIS BOUNOURE, in *Collection des Actualités biologiques.* Paris, Gauthier-Villars, 1940; 1 vol. 21cm (présenté par M. L. Bouvier).

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

CORRESPONDANCE.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur une généralisation d'une formule de Crofton.* Note de M. **Shiing-shen Chern**, présentée par M. Élie Cartan.

Dans cette Note nous allons donner une généralisation de la formule de Crofton (¹)

$$\iint n\, dp\, d\varphi = c\sigma, \tag{1}$$

où le premier membre est la mesure de l'ensemble des droites du plan rencontrant une courbe Γ et le second membre est l'arc σ de Γ multiplié par une constante c.

Pour généraliser cette formule, considérons une courbe Γ dans un espace à n dimensions E dont le groupe fondamental G est un groupe quelconque de Lie à r paramètres. Soient $\omega_1, \ldots, \omega_r$ les composantes relatives de G et soient

$$\omega_1 = 0, \quad \ldots, \quad \omega_n = 0 \tag{2}$$

les équations des points dans E. Nous nous plaçons dans le cas général, où l'on peut introduire sur Γ un paramètre intrinsèque σ (l'invariant de M. Pick), de manière que

$$\omega_i = c_i\, d\sigma \qquad (i = 1, \ldots, n), \tag{3}$$

où les c_i sont des constantes.

Cela étant, considérons un second corps N d'éléments défini par les équations

$$\varpi_1 = 0, \quad \ldots, \quad \varpi_m = 0, \tag{4}$$

(¹) Voir R. Deltheil, *Probabilités géométriques*, Paris, 1926, p. 60.

où les $\varpi_k (k=1, \ldots, m)$ sont des combinaisons linéaires à coefficients constants des ω_i et où le système (4) est complètement intégrable. Supposons que le groupe G transforme transitivement les points de E et les éléments du corps N. Par un procédé donné par M. É. Cartan, on peut repérer un point de E ou un élément de N par une famille de repères de G. On dit qu'un point de E et un élément de N sont *incidents* si les deux familles de repères qui leur sont attachées ont un repère en commun, alors elles ont en commun une famille de repères dépendant de $r-s$ paramètres, où s désigne le nombre d'équations linéairement indépendantes dans le système simultané (2), (4). Il est facile de voir que cette définition d'incidence est d'accord avec les définitions habituelles d'incidence dans la géométrie euclidienne, la géométrie projective etc. On voit aussi facilement que les éléments de N incidents avec un point de E dépendent de $s-n$ paramètres.

Supposons encore que le corps N possède une mesure invariante par rapport à G. Cette mesure sera donnée par l'intégrale multiple

$$\int \varpi_1 \varpi_2 \ldots \varpi_m, \tag{5}$$

étendue à l'ensemble des éléments de N considérés. Si $s-n=m-1$, les éléments de N incidents aux points de Γ dépendent de m paramètres. Si la mesure des éléments de N autour d'un point est finie, comme dans le cas où le groupe d'isotropie est clos, on a la formule généralisée de Crofton

$$\int \varpi_1 \varpi_2 \ldots \varpi_m = c\sigma \qquad (c = \text{const.}), \tag{6}$$

où σ est l'invariant de M. Pick de Γ et où l'intégrale à gauche est étendue à tous les éléments de N incidents aux points de Γ, chaque élément étant compté un nombre de fois égal à son nombre de points d'incidence avec Γ. Si la mesure des éléments de N autour d'un point n'est pas finie, il faut ajouter une condition auxiliaire pour les éléments de N entrant en l'intégrale (6) pour que la formule (6) soit encore valable.

La démonstration de (6) s'appuie sur une transformation de (5) en une forme où figure $d\sigma$. La même méthode permet d'étendre la formule (6) dans les cas où $s-n < m-1$.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Propriétés statistiques des ensembles de particules en relativité restreinte*. Note de MM. **André Lichnerowicz** et **Raymond Marrot**, présentée par M. Élie Cartan.

Définitions. — Soient $S(x, y, z)$ un système de référence absolu, dV l'élément de volume de l'espace décrit par le point $P(x, y, z)$. Nous désignerons par $\vec{p}(\xi, \eta, \zeta)$ le vecteur quantité de mouvement par rapport à S et par $d\omega$ l'élément de volume de l'espace des $\vec{p}$. Si le nombre des particules ayant leurs centres dans l'élément dV et l'extrémité de leur vecteur quantité de mouvement dans l'élément $d\omega$, est représenté par l'expression

$$F(P, \vec{p}, t)\, dV\, d\omega,$$

la fonction F définira *la fonction de distribution* des particules considérées.

Extension de l'équation de Boltzmann. — Soit M une particule appartenant à la classe $(dV, d\omega)$ et soit $S'(x', y', z', t')$ le système de référence lié à la particule M. Dans ce système une particule M_1, de quantité de mouvement absolue $\vec{p}_1$, admet la vitesse $\vec{W}$ (vitesse relative de M_1 par rapport à M).

Menons le plan Π normal en M à $\vec{W}$ et soit $d\sigma$ l'élément d'aire de ce plan. Les particules M_1, susceptibles de choquer M dans l'aire $d\sigma$ au cours du temps dt, seront celles qui auront leurs centres dans l'élément de volume de S'

$$|W|\, d\sigma\, dt'.$$

Le volume correspondant dans S aura la mesure

$$|W|\, d\sigma\, dt,$$

et le nombre des particules M_1 envisagées sera

$$F_1\, |W|\, d\sigma\, dt\, d\omega_1,$$

en posant, pour abréger,

$$F_1 = F(P, \vec{p}_1, t).$$

Le nombre des particules M ainsi perdues au cours du temps dt pour la classe $(dV, d\omega)$ sera alors

$$\left[\iint F F_1\, |W|\, d\sigma\, d\omega_1\right] dV\, dt\, d\omega.$$

Et, si nous désignons par $\vec{p}'$ et $\vec{p}'_1$, les quantités de mouvement de deux particules qui, après le choc, admettront les quantités de mouvement $\vec{p}$ et $\vec{p}_1$, le même raisonnement montre qu'au cours du temps dt, il apparaît

$$\left[\iint F'F'_1 \,|W'|\, d\sigma\, d\omega'_1\right] dV\, dt\, d\omega'$$

particules M de la classe envisagée.

Il résulte alors du raisonnement même de Boltzmann et de l'extension de l'invariant de Liouville à la relativité restreinte que F satisfait à l'équation intégro-différentielle

$$\frac{dF}{dt} = \iint \left[F'F'_1 \,|W'| - FF_1 \,|W|\right] d\sigma\, d\omega_1.$$

Les deux intégrations étant effectuées l'une dans tout le champ du vecteur $\vec{p}_1$, l'autre dans l'aire où les chocs sont susceptibles de se produire.

Lois du choc de deux particules. — Nous adopterons les lois très générales suivantes :

1° Le système des deux particules étant isolé, sa quantité de mouvement totale se conserve

$$\vec{p}' + \vec{p}'_1 = \vec{p} + \vec{p}_1.$$

2° Le choc étant conservatif ou *élastique*, l'énergie totale des deux particules se conserve. Si E désigne l'énergie de la particule M,

$$E' + E'_1 = E + E_1.$$

3° On peut compléter les lois précédentes par des lois de natures bien différentes; par exemple on pourra admettre le choc sans frottement et poser

$$\vec{p}' = \vec{p} - \vec{P}, \qquad \vec{p}'_1 = \vec{p}_1 + \vec{P},$$

la percussion $\vec{P}$ ayant une direction connue.

Soient $\vec{V}(\alpha, \beta, \gamma)$ et $\vec{V}_1(\alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ les vecteurs vitesses des deux particules, θ l'angle de ces deux vecteurs. Il résulte des conditions 1° et 2° que la quantité

$$W^2 = \frac{V^2 + V_1^2 - 2\vec{V}\vec{V}_1 - V^2 V_1^2 \sin^2\theta}{\left(1 - \vec{V}\vec{V}_1\right)^2}$$

se converve au cours du choc et que par suite

$$|W'| = |W|.$$

Conclusion. — En résumé la fonction F satisfait à l'équation intégro-différentielle

$$\text{(E)} \qquad \frac{dF}{dt} = \iint (F'F'_1 - FF_1)\,|W|\,d\sigma\,d\omega_1,$$

où

$$\frac{dF}{dt} = \frac{\partial F}{\partial t} + S\alpha\frac{\partial F}{\partial x} + SX\frac{\partial F}{\partial \xi},$$

X, Y, Z désignant les composantes du champ extérieur. L'équation (E) généralise en relativité restreinte l'équation de Boltzmann. La correspondance entre les variables $(\xi, \eta, \zeta; \xi_1, \eta_1, \zeta_1)$ et $(\xi', \eta', \zeta'; \xi'_1, \eta'_1, \zeta'_1)$ assure la conservation du tenseur-quantité de mouvement-énergie. Par suite l'équation admet des solutions stationnaires de la forme $K\rho^{-E}$; elle admet les deux intégrales premières correspondant à la constance du nombre total des particules et à la conservation de l'énergie.

Cette équation nous semble, par l'invariance de ses termes, douée de plus de signification physique profonde que l'équation classique de Boltzmann. Elle est susceptible de rendre des services dans tous les problèmes de distribution de particules à grande vitesse.

ATOMISTIQUE. — *Sur un élément durable de numéro atomique* 84. Note de M. **Horia Hulubei** et Mlle **Yvette Cauchois**, présentée par M. Jean Perrin.

Nous avons entrepris une recherche d'isotopes durables des éléments radioactifs naturels à l'aide de leurs spectres X caractéristiques. Nous avons adopté la technique expérimentale puissante, rigoureuse et rapide, que nous avons spécialement mise au point au cours des dernières années aux fins de détection spectroscopique de traces d'éléments.

Voici un premier rapport sur nos résultats concernant l'existence d'un nouvel élément 84.

Le test choisi pour l'élément 84, éventuellement présent dans nos préparations, était la raie $L\alpha_1$; le réglage réalisé permettait d'ailleurs l'enregistrement en une seule pose d'un domaine spectral étendu comprenant aussi la région de parution de $L\beta_1$. Rappelons que nous avons précédemment fait une

étude soignée de l'ensemble du spectre L du polonium ([1]), qui nous a conduits d'une part, à confirmer définitivement son numéro atomique et d'autre part à mesurer les longueurs d'onde de ses principales raies L. Les conditions d'expérience étaient analogues dans les deux cas : spectrographe à mica courbé par transmission, donnant 12 u.x. par millimètre; tube à rayons X ordinaire pour excitation cathodique. Sous la dispersion de nos clichés, aucune confusion n'est à craindre pour la raie 84 $L\alpha_1$ recherchée (1111,52 u.x.) si ce n'est avec Ta $L\gamma_6$ (1111,5 u.x.). Nous devions donc contrôler rigoureusement l'absence de Ta dans nos préparations; elle résultait de la marche des traitements chimiques, et se trouvait vérifiée par le fait que des raies beaucoup plus fortes du tantale, comme $L\gamma_1$, β_1 et α_1, n'étaient visibles sur aucun de nos clichés (notre tube fonctionnait avec filaments de NiCr et oxyde de baryum). Quant à la raie 84 $L\beta_1$, une coïncidence serait possible avec $UL\alpha_2$, mais un contrôle spécial montre qu'il n'y a pas d'uranium dans les minerais analysés.

D'après les propriétés chimiques connues du polonium ordinaire, on peut espérer en trouver l'isotope cherché dans des minéraux de tellure et de bismuth. Effectivement nous avons pu observer les émissions $84L\alpha_1$ et β_1 avec des préparés extraits de minéraux de tellure recueillis en *Roumanie* dans le voisinage de mines d'or de *Transylvanie*. Le minerai étudié contient entre autres : Au, Ag; Pb, As, Sb; Cu, Ni, Zn; S, Se (traces), Te; les constituants principaux étant Au, Pb et Te. C'est donc un minéral apparenté aux petzites.

Après mise en solution et élimination dans le mélange de chlorures obtenu, d'une partie importante de l'or, de l'argent et du plomb, on a récolté l'élément 84, en même temps que d'autres éléments, par dépôt électrochimique sur argent; la lame a été dissoute, l'argent précipité et les sels obtenus recueillis sur une anticathode et analysés.

N. B. — Nous disposions de trop petites quantités de matières pour pouvoir effectuer des séparations chimiques avec toute la rigueur qui serait désirable pour faciliter au maximum la caractérisation spectroscopique de l'élément recherché. Malgré cela les spectres montrent, en plus des raies L du Pb, K de Te, As, Sb, Cu, Zn, Ag et Se (très faibles), les raies $L\alpha_1$ et $L\beta_1$ d'un élément 84. Le contrôle préliminaire de l'activité α de la préparation soumise à l'excitation cathodique révèle une très faible contamination par du polonium ordinaire, qui cependant ne peut

([1]) H. HULUBEI, Y. CAUCHOIS, S. COTELLE, *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1204.

aucunement justifier l'intensité des raies L du 84 observées (quelques scintillations avec la préparation; aucune activité appréciable avec le minerai brut).

Dans des essais préliminaires, il nous a fallu, pour obtenir des raies 84 $L\alpha_1$ et β_1 d'intensités comparables à celles observées ici, environ 400 u.e.s. de polonium pur. Cette comparaison permet une estimation très grossière de la proportion du nouvel isotope de l'élément 84 présent dans notre minéral : elle serait de l'ordre du millionième.

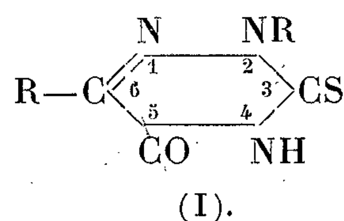
Le résultat exposé nous autorise à conclure à l'existence d'un isotope durable du polonium, non encore connu jusqu'à présent. Il serait désirable d'effectuer une analyse au spectrographe de masse pour déterminer son nombre de masse, mais nous ne pouvons encore l'envisager dans les circonstances actuelles.

Rappelons que la recherche d'un élément 84 inactif a été déjà tentée par d'autres auteurs, mais sans résultat (²).

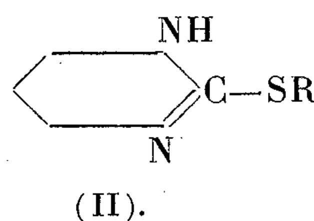
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle série de dérivés mono- et dialcoylés des* as-*sulfoxytriazines : dérivés* 4 *et* 3.4. Note de M. **Eugène Cattelain**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons signalé que les *as*-sulfoxytriazines, composés hétérocycliques, découverts par J. Bougault et L. Daniel en 1928 (¹), donnent, par alcoylation, des dérivés mono- et dialcoylés.

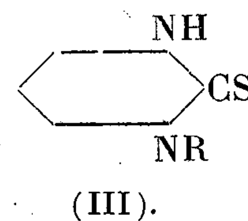
La théorie permet de prévoir trois dérivés monoalcoylés isomères et trois dérivés dialcoylés isomères



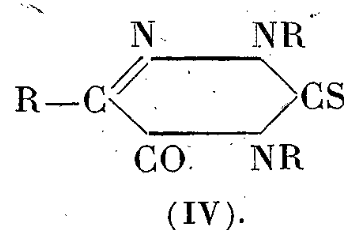
(I).



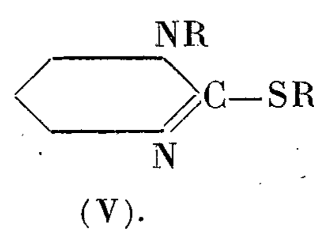
(II).



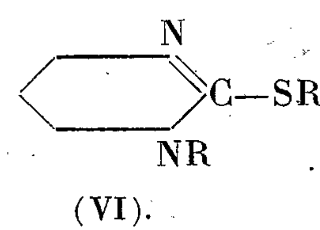
(III).



(IV).



(V).



(VI).

(²) St. Meyer, *Zeits. Phys. Chem.*, **95**, 1920, p. 413; Hevesy et Guenther, *Nature*, **125**, 1930, p. 744 et *Zeits. anorg. Chem.*, **194**, 1930, p. 162.

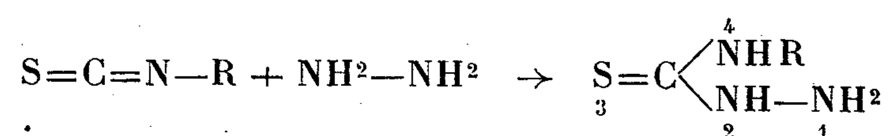
M. Moyeux nous a secondé pour certains des traitements chimiques ci-dessus.

(¹) *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 151.

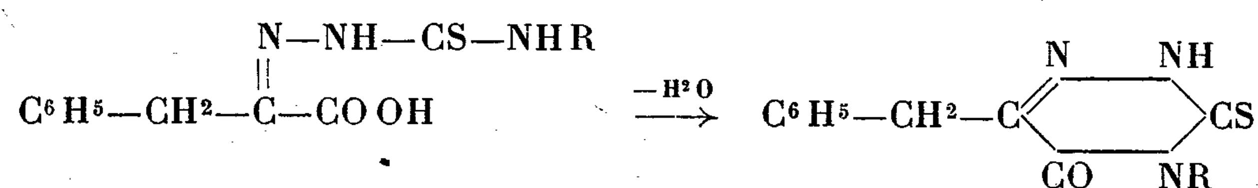
Nous avons déjà décrit ([2]) les dérivés monoalcoylés-2 (I) et -3 (II) et les dérivés dialcoylés-2.3 (V).

L'objet de cette Note est de faire connaître les dérivés monoalcoylés-4 (III) et dialcoylés-3.4 (VI) de la benzyl-*as*-sulfoxytriazine.

A. Préparation. — 1° *Dérivés monoalcoylés-4*. — Nous avons préparé diverses alcoyl-4-thiosemicarbazides en utilisant la méthode de Pulvermacher ([3]), action de l'hydrate d'hydrazine sur un alcoylsénevol :

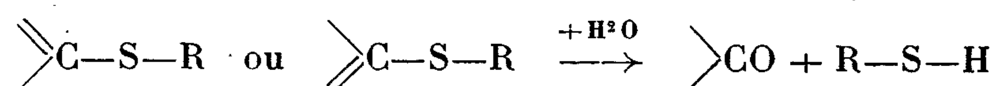


que nous avons combinées à l'acide phénylpyruvique C^6H^5-CH^2-CO-COOH. Les thiosemicarbazones ont été ensuite cyclisées par déshydratation au moyen de la soude ou du carbonate de sodium :



C'est ainsi que nous avons obtenu la méthyl-4 et l'éthyl-4 benzyl-*as*-sulfoxytriazine. Par contre, il ne se produit, dans les mêmes conditions, aucune cyclisation de la benzyl-4-thiosemicarbazone de l'acide phényl-pyruvique.

2° *Dérivés dialcoylés*-3.4. — L'alcoylation directe des dérivés monoalcoylés-4 au moyen d'un halogénure d'alcoyle peut conduire soit à des dérivés dialcoylés-2.4 [IV], soit à des dérivés dialcoylés-3.4 [VI]. Pour déterminer la formule du dérivé dialcoylé préparé par cette méthode, nous lui avons fait subir l'hydrolyse chlorhydrique. Seul, comme il a été démontré ([4]), le dérivé thiolique est hydrolysé :



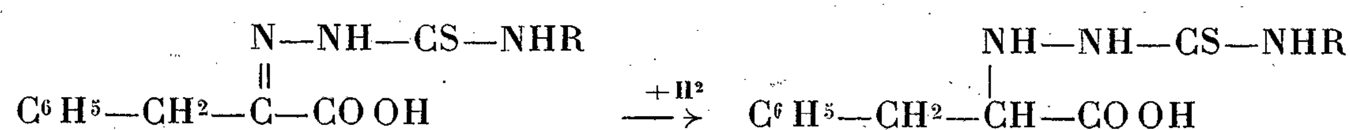
Or l'expérience montre que le dérivé dialcoylé subit l'hydrolyse chlorhydrique et que les produits d'hydrolyse sont d'une part le dérivé monoalcoylé-4 de la benzyl-*as*-dioxytriazine préparé par J. Bougault ([5]),

---

([2]) E Cattelain, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p 1912; **210**, 1940, p. 301.
([3]) *Ber. der chem. Ges.*, **27**, 1894, p. 615.
([4]) E. Cattelain, *Comptes rendus*, **208**, 1939, p. 1656.
([5]) *Ann. Chim.*, 9e série, **5**, 1916, p. 317.

et d'autre part un alcoylmercaptan. Le dérivé dialcoylé est donc bien la dialcoyl-3.4-*as*-sulfoxytriazine (VI).

B. Propriétés. — 1° *Alcoyl-4-thiosemicarbazones de l'acide phénylpyruvique.* — Elles sont précipitables de leur solution alcaline par l'acide acétique. Elles sont insolubles dans l'eau froide et dans l'éther, légèrement solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool à 95°. Leur hydrogénation au moyen de l'amalgame de sodium à 3 % conduit à l'acide α-[alcoyl-4-thiosemicarbazido-] β-phénylpropionique



2° *Dérivés monoalcoylés-4 de la benzyl-*as*-sulfoxytriazine.* — Ils sont précipitables de leur solution alcaline par le gaz carbonique. Ils sont insolubles dans l'eau froide, peu solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool à 95°. Par hydrogénation des alcoyl-4-benzyl-*as*-sulfoxytriazine, on obtient, avec ouverture du cycle, non l'acide α-[alcoyl-4-thiosemicarbazido-] β-phénylpropionique, mais un isomère (même poids moléculaire, mais point de fusion différent).

3° *Dérivés dialcoylés-3.4 de la benzyl-*as*-sulfoxytriazine.* — Composés neutres, d'une solubilité généralement plus grande que celle des dérivés monoalcoylés.

C. Composés nouveaux obtenus. — 1° *Alcoyl-4-thiosemicarbazones de l'acide phénylpyruvique.* — P. F., méthyl-4, 201°,5; éthyl-4, 148°; benzyl-4, 116°.

2° *Acides α-[alcoyl-4-thiosemicarbazido-] β-phénylpyruviques.* — P. F., méthyl-4, 163°; éthyl-4, 152°; benzyl-4, 166°-167°.

3° *Alcoyl-4 et dialcoyl-3.4-benzyl-*as*-sulfoxytriazines.* — P. F., méthyl-4, 175°,5; éthyl-4, 176°; diméthyl-3.4, 112°; diéthyl-3.4, liquide.

4° *Produits d'hydrogénation des alcoyl-4-benzyl-*as*-sulfoxytriazines.* — P. F., méthyl-4, 140°-143°; éthyl-4, 127°-128°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle série d'aldéhydes : esters de l'aldéhyde glycolique.* Note de MM. **Léon Palfray**, **Alexandre Halász** et **Santiago Rovira**, présentée par M. Marcel Delépine.

Nous avons décrit (¹) un certain nombre d'éthers-aldéhydes du type $R—O—CH^2—CHO$, qui ne sont pas autre chose que les esters de l'aldéhyde glycolique.

(1) L. Palfray, S. Sabetay et M. Rotbart, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1508.

Les esters correspondants, du type R—COO—CH^2—CHO, étaient complètement inconnus jusqu'ici. C'est leur obtention qui fait l'objet de la présente Note. La voie qui y conduit consiste à préparer d'abord les monoesters du glycol, d'où, par oxydation, on passe aux aldéhydes correspondants :



$$R{-}COO{-}CH^2{-}CH^2{-}OH \rightarrow R{-}COO{-}CH^2{-}CHO.$$

I. *Monoesters du glycol.* — Un certain nombre d'esters de ce type ont déjà été mentionnés par divers auteurs. Mais, en général, ils n'ont été que sommairement décrits. Nous avons donc cherché à fixer les meilleures méthodes de préparation. La plus générale consiste à condenser le sel de potassium d'un acide, avec la monochlorhydrine du glycol. A côté du monoester, on obtient ordinairement une certaine quantité de diester. On les sépare aisément par distillation. L'étude détaillée des méthodes de préparation et la description des monoesters obtenus paraîtront dans un autre Recueil.

II. *Esters de l'aldéhyde glycolique.* — En vue de réaliser le passage de la fonction alcool à la fonction aldéhyde, nous avons essayé un grand nombre de méthodes d'oxydation. Elles se sont révélées très difficiles à utiliser, à cause de la fragilité particulière de la fonction ester voisine, qui se coupe facilement, avec retour à l'acide. La moins imparfaite a été, sans contredit, l'oxydation chromique. Pour mesurer l'effet de l'oxydation, nous avons systématiquement dosé, par oximation, la fonction carbonyle, dans le mélange réactionnel, débarrassé au préalable du résidu minéral. Les rendements en aldéhyde se sont échelonnés entre 10 et 20 %.

Une nouvelle difficulté s'est rencontrée dans l'isolement de l'aldéhyde. Le fractionnement est inefficace, car l'aldéhyde et l'alcool ont, dans nos molécules assez lourdes, des points d'ébullition très voisins. Il eût fallu un nombre de tours de distillation incompatible avec les quantités dont nous disposions. Nous avons alors cherché à bloquer l'alcool sous la forme d'ester borique et chassé l'aldéhyde par distillation. Mais, dans ces conditions, la fonction ester se saponifie en grande partie.

Cependant, même dans ce mélange brut : alcool + aldéhyde, la semicarbazone se forme facilement. On peut alors l'isoler, la purifier, en faire l'analyse et, par conséquent, caractériser sûrement l'aldéhyde. La difficulté semblait enfin résolue. Malheureusement, l'hydrolyse de la semicarbazone n'a pu être réalisée sans saponification de la fonction ester.

Ne pouvant ainsi isoler nos esters-aldéhydes, il nous restait encore la

possibilité de les obtenir, au moins sous forme de semicarbazones, par une autre voie qui ne laisserait aucune ambiguïté sur leur structure : l'oxydation periodique des α-monoesters du glycérol (²)



$$R{-}COO{-}CH^2{-}CHOH{-}CH^2{-}OH.$$

Nous avons en effet obtenu les semicarbazones qui, par fusion mélangée, se sont montrées identiques à celles dont il a été question ci-dessus. Les rendements sont médiocres, l'hydrolyse est inopérante, mais la confirmation de structure est déjà un résultat appréciable.

Le plus accessible de nos esters du glycol étant le benzoate, nous avons alors résolu d'en préparer une quantité aussi grande que possible, de réunir les produits d'oxydation qu'on pourrait ainsi soumettre au nombre de tours de fractionnement nécessaires, jusqu'à ce qu'on ait isolé l'aldéhyde à l'état de pureté. A partir de 250^g de monobenzoate de glycol, nous avons obtenu finalement 10^g d'aldéhyde, sous forme d'une huile incolore, très visqueuse, qui ne s'est solidifiée qu'après avoir été refroidie à —20° pendant 2 jours. Très soluble dans l'éther, elle est insoluble dans l'éther de pétrole. Dans le mélange éther + éther de pétrole, la cristallisation s'est faite à —20°. Point de fusion 67-68° (Maquenne).

Ces cristaux redonnent immédiatement une semicarbazone dont le point de fusion, 209-210°, est identique à celui de la semicarbazone du produit brut.

Pour les autres, nous ne pouvions pas réaliser la préparation d'aussi grandes quantités de matières premières. Mais nous justifions ainsi la présence de l'aldéhyde cherché dans le produit de l'oxydation chromique et dans la portion de tête du distillat. Le point d'ébullition attribué à l'ester-aldéhyde est celui de la fraction de tête qui le contient.

	Ester-aldéhyde.	Ester-alcool.	Odeur de l'aldéhyde.	P. F. semicarbazone.
Butanoate........	E_{13} 92°	E_{14} 99°	butyrique, grasse	145-146°
Nonanoate........	E_{14} 149°	E_{13} 155°	grasse, fleurie	121-122°
Benzoate.........	E_{17} 148°	E_{14} 155°	grasse, verte	209-210°
Phénylacétate.....	E_{13} 157°	E_{15} 165°	miellée, rosée	137-138°

(²) L. Palfray et Mme S. Sabetay, *Bull. Soc. Chim.*, 4, 1937, p. 951.

GÉOLOGIE. — *Reptiles et Poissons du Bathonien d'El-Mers (Moyen-Atlas marocain).* Note de MM. **Henri Termier, Jean Gubler** et **Albert F. de Lapparent**, présentée par M. Charles Jacob.

La découverte d'ossements de Dinosauriens à El-Mers, localité se trouvant à 100^{km} au Sud-Est de Fès, remonte à 1926. Une mission paléontologique a pu être effectuée récemment dans cette région, sous les auspices du Laboratoire de Paléontologie du Muséum de Paris et avec le concours effectif du Service des Mines de Rabat; les premiers résultats obtenus sont consignés ici.

Stratigraphie. — Pour situer les gisements, déjà classés dans le Bathonien par l'un de nous [1], rappelons que la série post-carbonifère du Moyen-Atlas est la suivante : un Permo-Trias (100^{m}) affleurant dans les anticlinaux érodés; un Lias essentiellement calcaire (3 à 400^{m}); une formation dite *marnes de Boulemane* (2 à 300^{m}), qui correspond en gros au Bajocien et se termine par une corniche calcaire appartenant à la zone supérieure de l'étage; enfin, une série de couches, toutes marines, néritiques ou littorales, dont l'ensemble peut dépasser le millier de mètres. Cette dernière série comprend des marnes vertes et lie de vin, des calcaires de toutes natures, des quarzites et des grès à végétaux, ripple-marks et stratification entrecroisée; les différents faciès énumérés se répètent un grand nombre de fois, si bien que malgré la variété du détail, l'ensemble est très monotone.

Les ossements de Vertébrés paraissent surtout cantonnés dans la partie supérieure du dernier complexe cité, laquelle, renfermant *Clydoniceras discus* [2], *Protocardia tikechkachensis*, *Ostrea sandalina*, *Modiola imbricata*, correspond au Bathonien supérieur.

On a repéré actuellement autour d'El-Mers 175 points ayant fourni des ossements, parmi lesquels il faut retenir 7 véritables gisements dont l'exploitation s'est révélée vraiment fructueuse. L'ensemble des points fossilifères se répartit comme suit.

a. Une zone de 100^{m} d'épaisseur, où les horizons de marnes vertes sont riches en ossements, dessine une bande à plongement nord-est, de Botane à Tizi N'Julierh, Tamgert

---

(1) H. Termier, *Mémoires du Service des Mines du Maroc*, 33, 1936, p. 858.
(2) Détermination de F. Roman.

N'Tarit, Tissenfelt, Tichou Moulay Saïd, Tahrzout et Aït Abdallah; cette bande est également fossilifère sur l'autre flanc du synclinal, à Tirardine. Le gisement le plus élevé serait celui de Tamgert R' Tane à 100^{m} environ au-dessus de *a.*; des débris d'os ont même été signalés non loin de là, à peu près au sommet des assises bathoniennes.

b. Le gisement le plus bas serait celui de Tizi Taharourt à 100^{m} au-dessous de *a.*; il est relié à la bande *a.* par l'important gisement primitif, dit des Moghaznis, et par quelques os dispersés à El-Mers. D'autres os en place ont été signalés sur la pente ouest de la crête portant le Marabout d'Aguelmous ou Djana : c'est du Bathonien de même faciès, à une centaine de mètres au-dessus du dernier banc du *calcaire corniche* bajocien.

Paléontologie. — La faune de Vertébrés d'El-Mers comprend, en première approximation, les groupes suivants :

Poissons. — Nombreuses grandes *écailles ganoïdes* revêtues d'émail, avec dent et facette articulaires très marquées; on en trouve souvent plusieurs associées en un moirage caractéristique. Quelques *dents palatines* trouvées avec les écailles précédentes et appartenant à la même forme. Plusieurs *Ichthyodorulites* de 5 à 6^{cm} de long, ornés de stries parallèles et dont la coupe montre bien l'ivoire recouvert d'émail; on ne peut encore préciser si ces rayons épineux de nageoire dorsale appartiennent au même Ganoïde ou au contraire à un Élasmobranche.

Reptiles. — *Chéloniens.* — Très nombreux débris : écussons, plaques, vertèbres, côtes, os longs.

Crocodiliens. — On rapporte au groupe des *Téléosauridés* (Crocodiliens marins du Jurassique) : *a.* une portion de crâne attenant à une portion de mâchoires très allongées et présentant quatre dents en place, étroites, pointues, assez fortement courbées en arrière; *b.* une série de dix vertèbres aux apophyses épineuses bien développées et des portions de plastron ventral trouvées juste au-dessous de ces vertèbres; *c.* un ensemble d'écussons épidermiques creusés de petits godets arrondis.

Dinosauriens. — 1° Probablement un *Théropode* carnivore représenté par une vingtaine de vertèbres provenant d'un même gisement; 2° un gigantesque *Sauropode* herbivore dont les ossements énormes sont fréquents. Nous possédons déjà deux fémurs de $1^{m},60$ de long, des têtes d'os longs en assez grand nombre, des portions d'ilion et d'ischion, de très grosses vertèbres etc. Le gisement de Tamgert N' Tarit a fourni à lui seul les pièces suivantes appartenant à un même individu : un humérus gauche de $1^{m},37$ et un humérus droit un peu moins complet, un tibia et un péroné ($1^{m},02$) en connexion, deux radius ($1^{m},03$), dix vertèbres à la suite, un métatarsien, quatre métacarpiens, un os du carpe, un ilion, des fragments de côtes et d'omoplates; d'autres ossements apparaissent encore en profondeur et seront exploités ultérieurement. L'allure des vertèbres et le rapport de taille du membre antérieur au membre postérieur permettent déjà de préciser que l'on a affaire à un Cétiosauridé, peut-être même au genre *Cetiosaurus* connu dans le Bathonien d'Angleterre.

Les gisements d'El-Mers présentent un intérêt incontestable et méritent une étude aussi complète que possible. Ce sont en effet les premiers osse-

ments de Crocodiliens et de Dinosauriens jurassiques reconnus en Afrique du Nord, où l'existence de Reptiles Dinosauriens n'avait été révélée jusqu'ici que par deux dents du Crétacé moyen de Timimoun [Sahara algérien ([3])] et des empreintes de pas (?) du Lias du Grand-Atlas ([4]).

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de quelques* oligo-éléments *sur la combustion de la matière organique et la nitrification dans le sol.* Note de M. **Désiré Leroux**, présentée par M. Maurice Javillier.

J'ai observé récemment l'influence favorable que divers *oligo-éléments*, introduits sous forme appropriée dans un sol, exercent sur le rendement pondéral d'une plante cultivée, le pois ([1]). Je me suis demandé si ces éléments avaient, dans le sol même, une action sur les phénomènes de combustion de la matière organique et de nitrification.

Mes expériences ont porté sur le bore, le fluor, l'arsenic, l'iode, le chrome, le manganèse, le cuivre, le zinc et le plomb, incorporés respectivement à un même sol en très petites quantités : 2, 5, 10^{mg} par kilogramme de terre supposée sèche.

Si l'action de ces éléments sur la combustion de la matière organique ne paraît pas avoir été encore envisagée, l'action de plusieurs d'entre eux sur la nitrification l'a été dans des travaux dont je ferai l'examen critique dans un Mémoire ultérieur. Les doses utilisées étaient généralement exagérées et les résultats discordants, d'où la nécessité de réviser cette question.

Technique. — J'ai opéré à dessein sur une terre initialement riche en matières organiques et en nitrates. Prélevée dans le domaine de l'École Nationale d'Horticulture de Versailles (ancien Potager du Roi), n'ayant jamais reçu d'engrais chimiques, sa teneur en C organique était de 4,5 et en N nitrique de 0,0123 % de terre supposée sèche; elle contenait 1,8 % de calcaire et avait un pH de 6,9.

Avec cette terre préalablement tamisée à travers un tamis à trous ronds de 2^{mm} et parfaitement homogénéisée, j'ai constitué 29 lots identiques (dont 2 comme témoins) correspondant chacun à 300^{g} de terre supposée sèche. Ils ont été portés par addition d'eau redistillée dans un appareil en verre, à une humidité de 30 % de terre sèche (ce taux voisin de l'optimum pour un tel sol a été maintenu pendant toute la durée

([3]) Ch. Depéret et J. Savornin, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4e série, **27**, 1927, p. 257.

([4]) H. Plateau, G. Gibouleт et Ed. Roch, *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 1937, p. 241.

([1]) *C. R. Acad. Agriculture*, **26**, 1940, p. 480.

des expériences). Avec l'eau nécessaire à l'humidification, a été ajouté à l'état de dissolution ou de suspension (Pb) le sel pur, apportant pour chacune des doses indiquées ci-dessus, l'élément dont l'étude était envisagée. Bo, F, As, I, Cr ont été introduits sous forme de borate, fluorure, arsénite, iodure, chromate de sodium. Mn, Cu, Zn, Pb ont été incorporés à l'état de sulfates. Après homogénéisation, ces lots de terre *bien meuble* ont été placés respectivement, en évitant tout tassement, dans des récipients convenables et maintenus à une température à peu près constante (19-20°) à l'abri de la dessiccation, de la lumière, d'un apport extérieur (NH^3). Ils ont été ensuite abandonnés pendant plusieurs jours.

Pour la bonne manifestation des phénomènes, il était nécessaire d'aérer suffisamment la terre et, d'autre part, la combustion de la matière organique devant être appréciée par la mesure de CO^2 produit, il y avait lieu d'entraîner ce gaz. J'ai satisfait à ces deux conditions, en adaptant les récipients, après repos de leur contenu, à un dispositif spécial qui sera décrit ailleurs et qui a permis pendant toute la durée des expériences (du 3 mai au 21 juillet 1939) de réaliser une répartition *parfaitement égale* pour chaque lot de terre, d'un lent courant d'air *dépouillé de* CO^2 *et de* NH^3 assurant, outre l'aération du milieu, l'entraînement de CO^2 produit et l'absorption complète de ce gaz dans une solution potassique en vue de son dosage. J'ai effectué périodiquement celui-ci par la méthode de Th. Schlœsing (extraction au moyen de la trompe à mercure de CO^2 libéré par un acide assez fort, mesure rigoureuse en volume rapportée à 0° et 760^{mm}, vérification de la pureté du gaz) (²). A la fin des expériences, j'ai dosé N nitrique sur un échantillon (200^g) de chaque lot de terre par la méthode de Th. et A. Th. Schlœsing (récolte de N nitrique à l'état de NO, sur le mercure) (³).

Résultats. — Le tableau suivant indique les quantités totales de CO^2 et d'azote nitrique formées entre le 3 mai et le 21 juillet 1939, exprimées en milligrammes et rapportées à 1^{kg} de terre supposée sèche.

	CO^2.			N nitrique.		
Témoins. I	1960			106		
Témoins. II	1968			107		
Avec addition de	2^{mg}.	5^{mg}.	10^{mg}.	2^{mg}.	5^{mg}.	10^{mg}.
Bo	1982	1997	1962	120	122	115
F	2100	2048	2048	157	151	130
As	1952	2097	2046	106	107	112
I	2089	2046	2011	152	190	148
Cr	1986	2133	2056	106	159	140
Mn	2036	2041	2062	104	118	154
Cu	2042	2014	2013	117	110	96
Zn	1997	2006	1970	123	136	156
Pb	1931	1964	1980	98	125	140

(²) Voir A. DEMOLON et D. LEROUX, *Guide pour l'étude expérimentale du sol*, Paris, 1933, p. 61 et suiv.

(³) *Ibid.*, p. 151 et suiv.

Conclusions. — L'examen de ce tableau montre que chaque oligo-élément ajouté a, dans le sol considéré, exalté la combustion de la matière organique et la nitrification. Sur ces deux phénomènes, dans lesquels les microorganismes jouent le rôle prépondérant, cette action s'est manifestée entre des limites assez étroites et dans le même sens (sauf pour As, I et Zn); elle a été toujours plus marquée sur la nitrification. Sur celle-ci les effets du fluor, de l'iode et du zinc ont été particulièrement notables.

La séance est levée à $15^h 35^m$.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances de mai 1940.

Station centrale suisse de météorologie : *Mémoire sur la méthode d'intégration des altitudes en aérologie. Nivellement barométrique de précision*, par Jean Lugeon. Extrait du *Bulletin technique de la Suisse romande*, nos *des* 13 *et* 27 *janvier* 1940. Lausanne, Imprimerie La Concorde, 1940; 1 fasc. $32^{cm},5$.

Annales de l'Institut océanographique. Tome XIX. Fascicule 3, *Mue et cycle d'intermue chez les Crustacés décapodes*, par Pierre Drach. Paris, Masson et Cie, 1939; 1 vol. $28^{cm},5$.

Aplicações da teoria do paralelismo das curvas torsas, par Pedro José da Cunha. Lisboa, Academia das Ciências, 1939; 1 vol. 19^{cm}.

Como perdemos Olivença, par J.-M. de Queiroz Veloso. Lisboa, Academia das Ciências, 1939; 1 vol. 19^{cm}.

As previsões económicas, par Mosés Bensabat Amzalak. Lisboa, Academia das Ciências, 1938; 1 vol. 19^{cm}.

British Water Beetles, par Frank Balfour-Browne. Volume I. Extrait de *Royal Society*. London, Bernard Quaritch, 1940; 1 vol. $22^{cm},5$.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1940.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES PERRIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le méthanol contenu dans le bois et dans les tissus lignifiés.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Georges Brooks.**

Par suite de leur teneur en vasculose et en lignol, composés riches en groupements d'éther phénylméthylique, tous les tissus végétaux lignifiés, qu'il s'agisse de bois, de pailles, de coques de fruits etc., fournissent par chauffage avec l'acide iodhydrique concentré des quantités importantes d'iodure de méthyle. Nous avons établi ce fait dans près d'une soixantaine de cas et nous avons obtenu dans certains jusqu'à 30 parties de l'iodure alcoolique pour 100 de matière sèche (1).

Si la vasculose et le lignol, souvent confondus par les auteurs sous le nom d'ailleurs imprécis de lignine, étaient les seules substances cellulaires susceptibles de fournir de l'iodure de méthyle, les rendements rappelés ci-dessus pourraient servir de mesure du degré de lignification; mais, comme nous l'avons alors fait remarquer, il n'est pas impossible que des composés pectiques, ou du moins apparentés aux composés pectiques, composés que l'on sait riches en groupements d'ester méthylique, interviennent dans le dégagement de l'iodure de méthyle.

Von Fellenberg qui, le premier, a reconnu la libération du méthanol ou alcool méthylique dans le traitement de la pectine par la soude diluée (2),

---

(1) *Comptes rendus*, 207, 1938, p. 952; *Annales de l'Office national des Combustibles liquides*, 13, 1938, p. 287.

(2) *Mitteil. Lebensmitt. Hyg.*, 4, 1913, p. 122 et 273.

a observé, quelques années plus tard, que le bois de sapin donnait environ un demi-millième de son poids de méthanol par hydrolyse alcaline, mais il n'a réussi à mettre en évidence ni la pectine, ni l'acide pectique qu'il supposait exister dans ce bois ([3]).

Nous avons entrepris de doser, aussi correctement que possible, le méthanol estérifié dans les bois et les autres produits végétaux que nous avons déjà examinés au point de vue de leur comportement avec l'acide iodhydrique.

Le dosage de petites quantités de méthanol isolé et, à plus forte raison, à partir du bois, n'est pas une opération facile. Après divers essais, nous avons choisi : 1°, comme procédé d'hydrolyse du tissu lignifié, le chauffage à l'ébullition avec de l'eau en présence de baryte et 2°, comme moyen de mesure du méthanol libéré, l'oxydation de celui-ci en aldéhyde formique et le titrage de cet aldéhyde par le réactif de Schiff, selon la méthode préconisée par Denigès ([4]) et un peu modifiée par nous en quelques points de son exécution ([5]).

Les résultats que nous avons obtenus sont groupés en deux tableaux et présentés dans le même ordre que ceux des recherches sur la teneur en méthoxyle, afin de favoriser la comparaison des uns avec les autres.

TABLEAU I.

Bois.	Méthanol % de matières sèches. Tronc.	Branche.	Bois.	Méthanol % de matières sèches. Tronc.	Branche.
Tilleul	0,27	0,90	Peuplier	0,27	
Érable champêtre	0,16	0,21	Tremble	0,15	1,30
» sycomore	0,22		Aune	0,25	0,55
Frêne	0,21	0,88	Bouleau	0,31	0,66
Charme	0,28	0,44	Épicéa	0,30	0,37
Châtaignier	0,32	0,71	Mélèze	0,26	0,33
Chêne pédonculé	0,14	0,18	Pin maritime	0,22	0,38
» rouvre	0,16	0,27	» sylvestre	0,21	0,49
Hêtre	0,33	0,56	Sapin pectiné	0,16	0,30

([3]) *Ibid.*, 8, 1917, p. 1-29 et *Biochem. Zts.*, 85, 1918, p. 82.

([4]) DENIGÈS, CHELLE et LABAT, *Précis de Chimie analytique*, 6e édit., 2, 1931, p. 173-174.

([5]) Pour la méthode et autres détails, voir le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

TABLEAU II.

Échantillon.	Méthanol % de matières sèches.	Échantillon.	Méthanol % de matières sèches.
Paille d'avoine	0,13	Ramie	0,08
» de blé	0,09	Raphia	0,12
» d'orge	0,06	Coques d'abricots	0,04
» de seigle	0,22	» de noix	0,15
Alfa	0,22	» de coco	0,13
Chanvre	0,20	Balle de riz	0,10
Fibre de coco	0,04	Moelle de sureau	0,16
Jute	0,14	Coton brut	0,00
Lin (Lille)	0,03		

Nous avons aussi dosé, pour mieux interpréter les nouveaux résultats, ce que pourraient fournir de méthanol les substances constitutives essentielles de la paille d'avoine prise comme type de tissu lignifié et, d'autre part, la pectine du citron. Nous avons trouvé :

TABLEAU III.

Désignation des substances.	Méthanol % de matières sèches.	Désignation des substances.	Méthanol % de matières sèches.
Cellulose	0,00	Lignol	0,00
Xylane	0,07	Pectine	7,1
Vasculose	0,00		

Les résultats des tableaux I et II apportent la preuve que tous les tissus lignifiés donnent aisément naissance, par hydrolyse alcaline, à de petites proportions de méthanol ou alcool méthylique.

Avec le bois de nos arbres indigènes, ces proportions ont varié de $0^g,14$ à $1^g,30$ pour 100^g de matière sèche; avec les pailles, les fibres textiles, les coques de fruits etc., toutes substances plus ou moins lignifiées, les proportions de méthanol libérées sont restées comprises entre 0,03 et 0,22 %. Les poils de coton, type au contraire de tissu non lignifié, n'a pas donné du tout de méthanol.

Pour tous les arbres, le bois des branches est apparu plus riche que celui du tronc. C'est ainsi que le premier a fourni de 0,18 à 1,30 % (en moyenne 0,53), tandis que le second n'a donné que de 0,14 à 0,33 % (en moyenne 0,23).

Comme la cellulose ne donne pas de méthanol par hydrolyse barytique, pas plus d'ailleurs que d'iodure de méthyle par l'acide iodhydrique

concentré, il faut chercher l'origine du méthanol d'un autre côté, celui des matières incrustantes.

Or ni le lignol, ni la vasculose, n'ont fourni de méthanol dans les conditions de l'expérience; la xylane n'en a donné qu'une proportion si petite qu'elle ne peut non plus être mise en cause, surtout si l'on tient compte de ce qu'elle entre seulement pour une partie, généralement comprise entre 15 et 30 %, dans la composition du bois. Vu son procédé de préparation, il ne s'agit même probablement que d'une impureté.

L'hypothèse, déjà formulée dans notre précédent Mémoire ([6]), de la persistance de composés pectiques plus ou moins transformés dans le bois reste alors la plus vraisemblable pour expliquer l'existence de groupements d'ester méthylique dans les tissus lignifiés.

Les proportions du méthanol engagé dans ces groupements sont toujours très inférieures à celles qui se trouvent, à côté, sous la forme d'éthers phénylméthyliques. Sous cette dernière forme, en effet, les proportions de méthanol atteignent de 2 à plus de 7,5 %.

Elles sont néanmoins assez grandes pour entraîner une conséquence pratique remarquable au point de vue de la fabrication de l'alcool éthylique à partir du bois.

Cette fabrication comporte deux opérations principales. Dans la première, on hydrolyse les glucides du bois par chauffage avec de l'eau acidifiée, pour transformer la cellulose en glucose; dans la seconde, on soumet le liquide résultant à la fermentation par la levure, ce qui décompose le sucre en gaz carbonique et en alcool. Les bois renferment environ 50 % de cellulose et peuvent ainsi fournir, théoriquement du moins, environ le quart de leur poids d'alcool. Or, comme les esters méthyliques du bois sont aussi faciles à hydrolyser par les acides que par les alcalis (nous l'avons observé au cours de nos recherches), les proportions de méthanol inscrites dans le tableau I doivent accompagner le glucose formé dans la première opération et persister avec l'alcool éthylique produit dans la seconde; de sorte que l'on doit obtenir finalement, après distillation, non pas de l'alcool éthylique pur, mais un mélange d'alcool éthylique et de méthanol, mélange dans lequel la proportion du dernier doit être environ quatre fois plus grande que celle engagée, sous forme d'ester, dans le bois originel. Il en résulte que l'alcool éthylique préparé à partir du bois peut renfermer normalement de 5 à 50^{g} de méthanol par kilog, suivant la matière ligneuse qui a servi à l'obtenir.

([6]) *Loc. cit.*, note ([1]).

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *Sur la climalyse, mesure de l'excitabilité par les courants progressifs.* Note de M. **Louis Lapicque**.

L'efficacité du courant électrique pour exciter les nerfs et les muscles est diminuée ou même annulée quand, au lieu de s'établir brusquement, ce courant s'établit progressivement. Ce fait a été considéré au siècle dernier comme la loi essentielle de l'excitation électrique (Du Bois-Reymond, 1848). En réalité la brusquerie nécessaire est non pas absolue, mais relative. Si, au lieu des muscles rapides de la Grenouille et de l'Homme, on considère des muscles lents (Anodonte, Fick, 1860; Uretère, Engelmann, 1870), il est sans importance que le courant atteigne plus ou moins lentement, dans de certaines limites, sa valeur efficace; en même temps, pour ces muscles, la durée de passage du courant constant contribue à son efficacité dans une mesure beaucoup plus large que pour les muscles rapides.

Reprenant systématiquement cette étude en 1907, je vis se confirmer nettement la relation entre l'influence variable de la durée dans l'excitation (notion chiffrée deux ans plus tard par la chronaxie) et la diminution d'efficacité par le retard à l'établissement; plus le tissu a besoin de cette durée, mieux il tolère ce retard; ce sont *deux manifestations d'une même propriété du tissu* (¹).

A. V. Hill, en 1935-1936, affirma au contraire, en vertu d'une théorie mathématique arbitraire, l'indépendance des deux phénomènes et présenta comme démonstration de sa thèse une série de résultats disparates obtenus par un de ses élèves (²). Ces résultats purent être expliqués par la considération d'un phénomène parasite, le fonctionnement *autorythmique*, qui vient en divers cas compliquer les mesures d'excitabilité, et qui était, en l'espèce, grandement favorisé par une condition anormale des animaux (Grenouilles conservées longtemps à une température voisine de zéro). De tels cas mis à part, de nouvelles expériences, avec Mme Lapicque, donnèrent ample confirmation d'une relation essentielle entre la chronaxie et la caractéristique chronologique du *phénomène qui supprime l'excitation lorsqu'au lieu de s'appliquer brusquement, le stimulus débute par une progression lente.* Pour éviter la répétition indéfinie de périphrases de ce genre, j'ai

(¹) L. et M. Lapicque, *C. R. Soc. Biol.* **64**, 1908, p. 589.

(²) *Proc. Royal Soc.*, B, **119**, 1936, p. 305.

proposé d'appeler le phénomène en question *climalyse*, de κλιμα, pente, et λυω, dissoudre, supprimer (3).

En 1907-1908, j'utilisais, soit des établissements linéaires, soit des établissements exponentiels, réglés d'une façon précise par une capacité en dérivation. Je m'en tiens maintenant à cette dernière technique, qui d'ailleurs a été généralement adoptée en physiologie. Voici les précisions récemment obtenues.

Le courant électrique étant réglé juste à l'intensité suffisante pour exciter avec un passage prolongé (rhéobase), son efficacité n'est supprimée que si le retard à l'établissement atteint une valeur déjà importante (seuil de climalyse). Ce seuil est en relation étroite avec la chronaxie; la constante de temps de l'établissement exponentiel correspondant, sur les nerfs et muscles les plus divers, depuis la Grenouille jusqu'à l'Escargot, est toujours sensiblement égale à 5/3 de la chronaxie, qui varie ici dans le rapport de 1 à 100 (4). Cette relation, qui est indépendante des conditions d'électrodes, se poursuit sur les nerfs et les muscles dont la chronaxie est altérée par des poisons ou des agents divers; elle se retrouve également sur les nerfs en état de subordination (5).

Au seuil, la climalyse est donc soumise à une loi simple et générale. Au-dessus de ce seuil, c'est-à-dire quand il s'agit de supprimer l'efficacité de courants plus intenses au moyen de retards plus grands, la relation à la chronaxie, moins stricte, est encore manifeste. Si l'on élimine les cas d'autorythmicité provoquée, soit par l'état des tissus, soit par certaines dispositions d'électrodes (6), la constante de temps de l'établissement exponentiel juste climalytique varie linéairement en fonction de l'intensité du courant; la constante correspondant à 2 rhéobases, ou *constante de climalyse* est, pour les nerfs, comprise entre 10 et 20 chronaxies, aussi bien chez la Tortue et l'Escargot que chez la Grenouille (7); ce rapport est généralement un peu plus grand pour un muscle que pour son nerf, malgré l'égalité de chronaxie entre ces deux tissus. Tous ces faits devront être pris en considération pour une théorie de la climalyse; mais aujourd'hui je veux m'en tenir à un point de vue pratique, considérant, dans les

(3) *C. R. Soc. Biol.*, 125, 1937, p. 256.

(4) *C. R. Soc. Biol.*, 1937, 125, p. 260.

(5) Expériences inédites.

(6) P.-H. et M. Benoit, *C. R. Soc. Biol.*, 125, 1937, p. 49; L. et M. Lapicque, *ibid.*, 1938, 129, p. 146.

(7) *C. R. Soc. Biol.*, 129, 1938, p. 724.

circonstances actuelles, les services que la notion de climalyse peut rendre pour le diagnostic et pour la thérapeutique des blessures des nerfs.

En 1915 déjà, les données acquises à cette époque m'avaient suffi pour instituer une technique qui, d'emblée, a fait ses preuves à l'Hôpital (Grand Palais). Soit, par exemple, une section du radial, nerf des extenseurs de la main; ces muscles dégénèrent; c'est-à-dire deviennent de plus en plus lents; il est intéressant de suivre électriquement leur évolution, mais lorsqu'on cherche, avec le courant brusque, à les exciter au moyen d'une électrode posée sur eux, le courant atteint par diffusion les fléchisseurs situés de l'autre côté du bras; ces muscles, restés sains et beaucoup plus excitables, sont les premiers à se contracter; il faut démêler dans le mouvement complexe ainsi produit l'extension plus faible et plus lente; en ralentissant l'établissement du courant par une capacité convenable en dérivation, l'action des fléchisseurs disparaît totalement, et la contraction des extenseurs apparaît seule, avec toute son ampleur et ses caractères.

Au point de vue thérapeutique, on voit que ce procédé présenterait l'avantage de faire travailler seuls les muscles énervés justiciables du traitement électrique, en évitant au blessé les secousses des muscles sains.

Le dispositif est extrêmement simple: dans le circuit galvanique ordinaire, on introduit une résistance instrumentale de quelques milliers d'ohms; une série de capacités réglables, de l'ordre du microfarad, est ensuite mise en dérivation sur le corps du sujet.

J'ai communiqué ce procédé et les résultats ci-dessus à l'Académie le 22 novembre 1915 ([8]); cette communication est passée complètement inaperçue.

C'est seulement en 1933 que M. Duhem, aux prises comme électro-radiologiste des Enfants-Malades avec des paralysies très complexes, suites de poliomyélite, retrouva, avec la collaboration de M. Walter, constructeur, mon procédé de 1915; il en obtint des résultats remarquables, par exemple la possibilité de distinguer sur un seul et même membre, outre des muscles restés normaux, trois groupes dégénérés à des degrés divers ([9]). Ses publications éveillèrent l'attention des électrothérapeutes. Une série de discussions qui se déroulèrent à la *Société française d'Électrothérapie et de Radiologie médicale* en mai, juin, octobre et novembre 1934

([8]) *Comptes rendus*, **161**, 1915, p. 643.
([9]) *Journal de Radiologie et d'Électrologie*, **18**, 1934, p. 601.

donnèrent lieu, moins à des critiques qu'à des sortes de revendications de priorité, tel et tel membre de la Société tenant à faire remarquer qu'il avait déjà employé avec succès pour la thérapeutique, telle ou telle forme de courant progressif. Il y a lieu de prendre acte du consensus général à l'opinion exprimée par M. Laquerrière sur *les dangers dans les paralysies graves de l'excitation des muscles sains* (10). Cette excitation peut évidemment être évitée en ralentissant convenablement d'une façon quelconque l'établissement du courant; la capacité en dérivation paraît bien être la façon la plus commode et la plus souple d'obtenir ce résultat.

Ce procédé présente d'autre part, nous l'avons vu, un grand intérêt pour le diagnostic; il est employé systématiquement à l'Hôtel-Dieu par M. Duhem au lieu et place de la mesure de la chronaxie, suivant la technique de Bourguignon; il ne permettrait peut-être pas la même précision, mais il donne plus facilement des indications de grande valeur clinique, surtout en fait de dégénérescences musculaires; les médecins de l'Hôtel-Dieu s'en déclarent satisfaits.

Or nous allons avoir beaucoup de blessés à examiner. Il convient que le travail puisse être fait dans des centres divers et par un personnel plus nombreux que les spécialistes de la chronaxie. A ce point de vue, comme pour la thérapeutique, je crois qu'il sera avantageux de recourir à la climalyse. Je me propose de revenir sur ce sujet dans une autre Compagnie pour les détails de la technique.

ELECTION.

M. **Horia-Hulubei** est élu Correspondant pour la Section de Physique en remplacement de sir *William Bragg* élu Associé étranger.

CORRESPONDANCE.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur les ensembles de distances.* Note (1) de Mme Sophie Piccard.

Soient A et B deux ensembles de points d'un espace métrique. On désigne par D(A, B) l'ensemble des distances entre les points de A et ceux

(10) *Bulletin officiel de la Société française d'Électrothérapie,* 43, 1934, p. 221.

(1) Séance du 27 mai 1940.

de B. Si $A = B$, on pose $D(A, A) = D(A)$: c'est *l'ensemble de distances* de l'ensemble A.

Voici le résumé des principaux résultats de nos recherches sur les ensembles de distances des ensembles de points d'un *espace euclidien* $\mathcal{E}^{(n)}$ (pour la démonstration de ces propositions voir *Mémoires de l'Université de Neuchâtel*, Paris, 13, 1940).

Quel que soit l'ensemble infini A de points de $\mathcal{E}^{(n)}$, les ensembles A et D(A) ont la même puissance.

L'ensemble de tous les ensembles de nombres réels qui sont des ensembles de distances d'ensembles de points d'un espace $\mathcal{E}^{(n)}$ est de puissance $2^{2^{\aleph_0}}$.

Quel que soit le système *fini* $a_1, a_2, \ldots, a_n$ de nombres réels positifs (distincts), l'ensemble $\{0, a_1, a_2, \ldots, a_n\}$ est l'ensemble de distances d'un ensemble de points, d'ordre $n+1$, de l'espace $\mathcal{E}^{(n)}$.

Il existe un ensemble dénombrable de nombres réels non négatifs, comprenant 0, qui ne saurait être l'ensemble de distances d'un ensemble de points d'un espace $\mathcal{E}^{(n)}$, $n = 1, 2, 3, \ldots$. Tel est, par exemple, l'ensemble $\{0, a_1, a_2, \ldots\}$, où $a_1 = 1$, $a_i = 2a_{i-1} + 1$ $(i = 2, 3, \ldots)$.

Pour tout entier $n \geqq 1$, il existe un ensemble fini, d'ordre $2n+1$, de nombres réels non négatifs, comprenant 0, qui n'est l'ensemble de distances d'aucun ensemble de points de l'espace $\mathcal{E}^{(n)}$.

Quel que soit l'entier $n (1 \leqq n \leqq 3)$, il existe un ensemble d'ordre $n+2$ de nombres réels non négatifs, comprenant 0, qui n'est l'ensemble de distances d'aucun ensemble de points de l'espace $\mathcal{E}^{(n)}$.

Si $2^{\aleph_0} = \aleph_1$, quel que soit l'ensemble M de nombres réels positifs de mesure nulle (de première catégorie de Baire), il existe un ensemble linéaire A, tel que $D(A) = \langle 0, \infty \rangle - M$.

Quel que soit l'ensemble linéaire dénombrable (indénombrable) A, *l'ensemble* D(A) a avec une infinité (indénombrable) de ses translations une infinité (indénombrable) de points communs.

L'ensemble de distances de tout ensemble linéaire de seconde catégorie de Baire, jouissant de la propriété de Baire, contient un intervalle dont l'extrémité gauche est 0.

La condition nécessaire et suffisante pour que deux ensembles linéaires finis A et B, dont chacun a avec n'importe laquelle de ses translations au plus un point commun, aient le même ensemble de distances, c'est que les ensembles A et B soient congruents [2].

---

[2] Rappelons que deux ensembles A et B sont congruents ($A \cong B$) si l'un deux est l'image isométrique de l'autre.

Une condition nécessaire et suffisante pour qu'un ensemble linéaire A soit congruent à son complémentaire CA, c'est que l'ensemble $D(A)+D(CA)$ ne contienne pas tous les nombres réels positifs.

Si A est un ensemble *linéaire* congruent à son complémentaire, l'ensemble M formé de tous les membres positifs qui ne font pas partie de D(A) est infini et non borné; quels que soient l'entier $r \geqq 1$ et les entiers (positifs ou négatifs) $k_1, k_2, \ldots, k_r$ ainsi que les nombres $m_1, m_2, \ldots, m_r$ de M, le nombre $\left|\sum_{i=1}^{r} k_i m_i\right|$ fait ou ne fait pas partie de M suivant que le nombre entier $\sum_{i=1}^{r} k_i$ est impair ou pair; si l'ensemble M contient deux nombres positifs commensurables $r_1 = k_1\rho$ et $r_2 = k_2\rho$ et si k_1 et k_2 sont deux nombres entiers premiers entre eux, le nombre ρ appartient également à M; si l'ensemble M contient deux nombres incommensurables, M contient une suite décroissante de nombres réels convergeant vers zéro et, dans ce dernier cas, l'ensemble M est partout dense sur l'intervalle $< 0, \infty >$ alors que les ensembles A et CA sont partout denses sur la droite; de toute façon, l'ensemble M est de mesure intérieure nulle et $MD(M) = 0$. Si l'ensemble A est mesurable (L) ou s'il jouit de la propriété de Baire, l'ensemble M est un ensemble dénombrable isolé et il existe un nombre positif d, tel que tout multiple impair de d appartient à M, alors que D(A) contient tous les autres nombres réels non négatifs. Si l'ensemble M est indénombrable, tout point de l'intervalle $< 0, \infty >$ est un point de condensation de M.

Si $2^{\aleph_0} = \aleph_1$, il existe, d'une part, un ensemble linéaire A congruent à son complémentaire, qui n'est pas mesurable (L), ne jouit pas de la propriété de Baire et tel que l'ensemble M des nombres positifs qui ne font pas partie de D(A) est dénombrable; d'autre part il existe un ensemble linéaire B congruent à son complémentaire, tel que l'ensemble correspondant M est indénombrable. L'ensemble B est partout de seconde catégorie de Baire en même temps que son complémentaire.

Si un ensemble linéaire A est congruent à son complémentaire CA, il existe une infinité de nombres positifs qui font défaut dans l'ensemble D(A, CA) et l'ensemble D(A) D(A, CA) est indénombrable.

Par contre, si A est un ensemble de points d'un espace $\mathcal{E}^{(n)}$ $(n \geqq 2)$, congruent à son complémentaire, on a

$$D(A) = D(CA) = < 0, \infty) \quad \text{et} \quad D(A, CA) = (0, \infty).$$

Il existe deux ensembles linéaires parfaits et bornés P et Q, tels que $\text{mes}\, D(P) = \text{mes}\, D(Q) = 0$ et que $\text{mes}\, D(P, Q) > 0$. Tels sont, par exemple, les ensembles $P = [0, 1]_4$ et $Q = [0, 2]_4$ (³).

Il existe deux ensembles linéaires parfaits et bornés S et T, tels que $\text{mes}\, D(S) > 0$, $\text{mes}\, D(T) > 0$ alors que $\text{mes}\, D(S, T) = 0$. Tels sont, par exemple, les ensembles $S = [0, 1, 4]_6$ et $T = [0, 2, 5]_6$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles.* Note (¹) de M. **Dragoslav S. Mitrinovitch.**

Considérons l'équation linéaire d'ordre n

$$(1) \qquad (xp + yq)^{(n)} + \alpha_1 (xp + yq)^{(n-1)} + \ldots + \alpha_{n-1} (xp + yq) + \alpha_n z = 0,$$

avec

$$\alpha_k = \text{constantes arbitraires}; \qquad p = \frac{\partial z}{\partial x}, \qquad q = \frac{\partial z}{\partial y};$$

$$(xp + yq)^{(k)} = x^k \frac{\partial^k z}{\partial x^k} + \binom{k}{1} x^{k-1} y \frac{\partial^k z}{\partial x^{k-1} \partial y} + \binom{k}{2} x^{k-2} y^2 \frac{\partial^k z}{\partial x^{k-2} \partial y^2} + \ldots + y^k \frac{\partial^k z}{\partial y^k}$$

$$(k = 1, 2, 3, \ldots, n).$$

A l'équation (1) on peut faire correspondre une équation algébrique — *équation caractéristique*,

$$(2) \qquad \lambda^n + s_1 \lambda^{n-1} + s_2 \lambda^{n-2} + \ldots + s_{n-1} \lambda + s_n = 0,$$

dont les coefficients $s_1, s_2, \ldots, s_n$, polynomes entiers du premier degré en $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$, se forment au moyen d'un simple procédé. Ainsi, par exemple, les équations caractéristiques de l'équation (1), pour $n = 3$, et $n = 4$ sont respectivement

$$(3) \qquad \lambda^3 + (\alpha_1 - 3)\lambda^2 + (\alpha_2 - \alpha_1 + 2)\lambda + \alpha_3 = 0,$$

$$(4) \qquad \lambda^4 + (\alpha_1 - 6)\lambda^3 + (\alpha_2 - 3\alpha_1 + 11)\lambda^2 + (\alpha_3 - \alpha_2 + 2\alpha_1 - 6)\lambda + \alpha_4 = 0.$$

Ceci étant fait, on démontre que :

1° *L'intégrale générale de l'équation* (1) *est*

$$z = \sum_{\nu=1}^{n} x^{\lambda_\nu} f_\nu\left(\frac{y}{x}\right) \qquad \left(f_\nu = \text{fonct. arbitraires de } \frac{y}{x}\right)$$

(³) Le symbole $[0, a_1, a_2, \ldots, a_k]_n$ désigne l'ensemble des nombres de l'intervalle $< 0, 1 >$ qui peuvent s'exprimer, dans le système de numération à base $n\,(n \geq 2)$, au moyen des seuls chiffres $0, a_1, a_2, \ldots, a_k$ $(1 \leq a_i \leq n - 1,\ 1 \leq k \leq n - 1)$.

(¹) Séance du 27 mai 1940.

toutes les fois où toutes les racines $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ *de l'équation* (2) *sont distinctes;*

2° *Dans le cas où* $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_k$ *sont* k *racines distinctes de l'équation* (2), $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_k$ *désignant leurs ordres de multiplicité respectifs* $\left(\sum_{\nu=1}^{k} \mu_\nu = n\right)$, *l'intégrale générale de l'équation* (1) *est*

$$z = x^{\lambda_1} \sum_{\nu=0}^{\mu_1 - 1} f_{1,\nu}\left(\frac{y}{x}\right)(\log x)^\nu$$
$$+ x^{\lambda_2} \sum_{\nu=0}^{\mu_2 - 1} f_{2,\nu}\left(\frac{y}{x}\right)(\log x)^\nu + \ldots + x^{\lambda_k} \sum_{\nu=0}^{\mu_k - 1} f_{k,\nu}\left(\frac{y}{x}\right)(\log x)^\nu$$
$$\left(f_{\xi,\eta} = \text{fonct. arbitraires de } \frac{y}{x}\right).$$

Applications. — 1° L'équation du troisième ordre, rentrant dans le type (1), admet comme intégrale générale

$$z = x^{\lambda_1} f_2\left(\frac{y}{x}\right) + x^{\lambda_2} f_2\left(\frac{y}{x}\right) + x^{\lambda_3} f_3\left(\frac{y}{x}\right),$$

si l'équation caractéristique correspondante (3) a toutes ses racines λ_1, λ_2, λ_3 distinctes;

$$z = x^{\lambda_1}\left[f_1\left(\frac{y}{x}\right) + f_2\left(\frac{y}{x}\right)\log x\right] + x^{\lambda_3} f_3\left(\frac{y}{x}\right),$$

si $\lambda_1 = \lambda_2$, $\lambda_2 \neq \lambda_3$;

$$z = x^{\lambda_1}\left[f_1\left(\frac{y}{x}\right) + f_2\left(\frac{y}{x}\right)\log x + f_3\left(\frac{y}{x}\right)(\log x)^2\right],$$

si $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$.

2° Envisageons l'équation

$$(5) \qquad z = xp + yq - \frac{1}{2!}(xp + yq)^{(2)} + \ldots + (-1)^{n+1}\frac{1}{n!}(xp + yq)^{(n)},$$

présentant évidemment un cas particulier de l'équation (1).

De la proposition énoncée il résulte que l'intégrale générale de l'équation (5) est

$$z = x f_1\left(\frac{y}{x}\right) + x^2 f_2\left(\frac{y}{x}\right) + \ldots + x^n f_n\left(\frac{y}{x}\right).$$

L'équation (5) jouit, en outre, de la propriété suivante : l'intégrale

complète de l'équation (5) s'obtient en y remplaçant les dérivées par des constantes arbitraires.

Remarque. — L'équation

$$x^2\frac{\partial^2 z}{\partial x^2}+2xy\frac{\partial^2 z}{\partial x\partial y}+y^2\frac{\partial^2 z}{\partial y^2}+x\frac{\partial z}{\partial x}+y\frac{\partial z}{\partial y}=\alpha^2 z \qquad (\alpha=\text{const.}),$$

intégrée par J. Bertrand, appartient au type (1).

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur le fusome et la formation du centrosome dans la mitose des spermatogonies de* Helix pomatia. Note [1] de M. **A.-Ch. Hollande**, transmise par M. Pierre-Augustin Dangeard.

De même qu'au cours de la mitose somatique des cellules de la jacinthe [2], les solénosomes [3] jouent, lors de la mitose des spermatogonies de *Helix pomatia*, un rôle important. Toutefois les processus y sont simplifiés.

Prophase. — A leur maturité, les chromosomes s'appliquent contre la membrane nucléaire. Des solénosomes émigrés des deux pôles de la cellule, ou latéralement situés, dissolvent la membrane nucléaire, puis entourent et enchâssent les chromosomes. Proche de la membrane nucléaire, en chaque région où apparaîtront dans la suite les deux centrosomes, se voient de nombreux solénosomes qui s'enlacent et s'enchevêtrent diversement (*ci*, *fig.* 1); ils y déterminent une sorte de nœud gordien. Celui-ci, d'abord lâche, se resserre dans la suite de plus en plus et finalement élabore le centrosome. Le nœud gordien primitif est un assemblage de solénosomes apicaux (*so*, *fig.* 3, 4) dont les lasso (*sa*, *fig.* 2, 3) seront ultérieurement traversés par les solénosomes *st* fixés aux chromosomes *c*; ces derniers solénosomes iront d'un centrosome à l'autre (système solénosomien fusorial continu). Les divers solénosomes polaires constituent l'aster.

Métaphase. — Lors de l'allongement de la cellule, les solénosomes adhérant aux chromosomes s'étirent et deviennent finement granuleux; ce sont les fibres fusoriales (*st*) de l'aire nucléaire. Certains solénosomes apicaux *so* présentent alors des torsions et parfois se transforment en ressort à boudin (non figurés ici), comme cela a lieu chez la jacinthe.

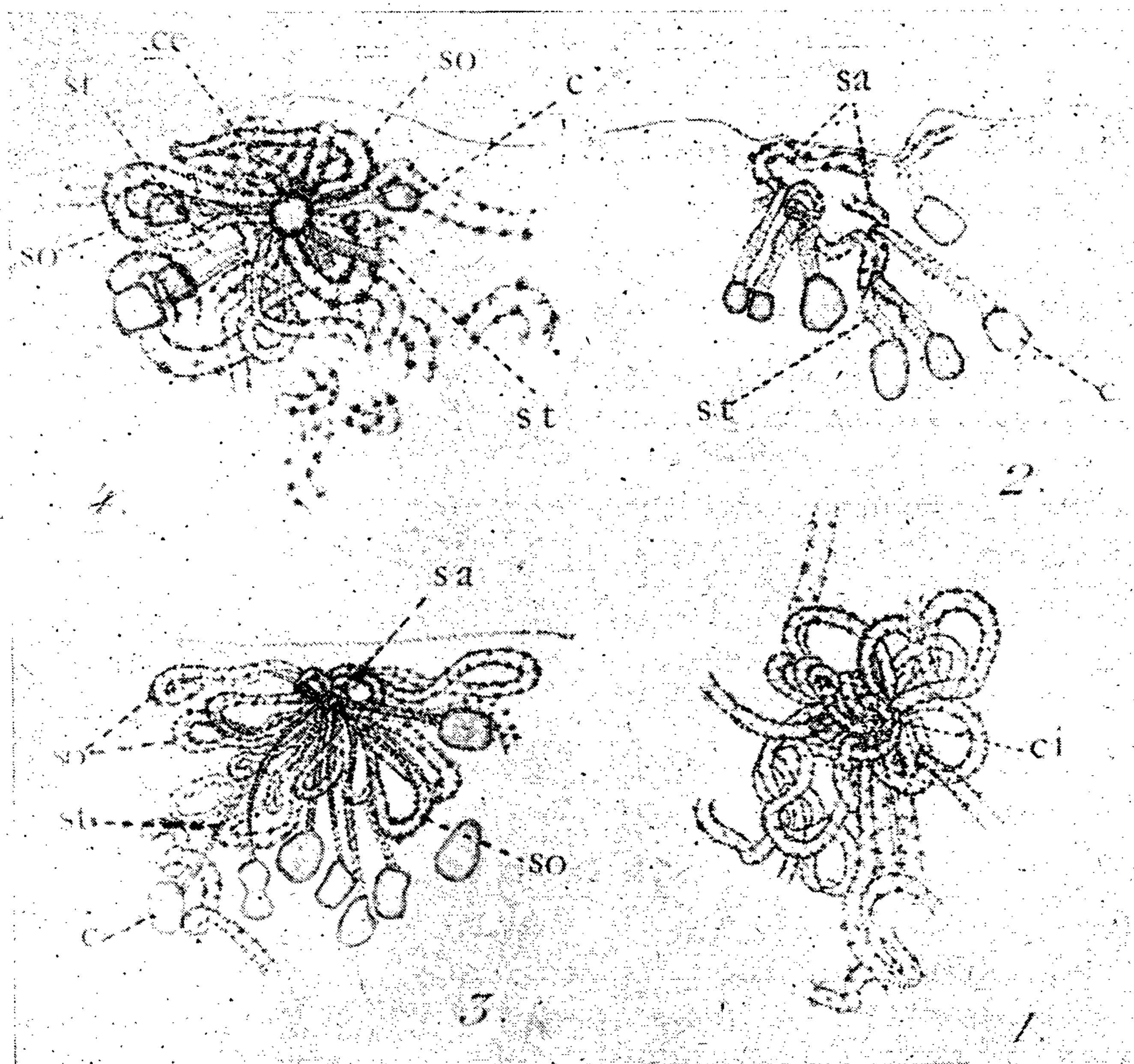
---

(1) Séance du 27 mai 1940.

(2) Cf. *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 342-344.

(3) Cf. *Comptes rendus*, **209**, 1939, p. 327.

Anaphase et télophase. — Après séparation des chromosomes, les fibres fusoriales *st* sont détruites au contact de solénosomes qui, s'infiltrant latéralement, les entourent à la façon de vrilles. D'autres solénosomes enfin



Formation du centrosome (spermatagonie de *H. pomatia*). — *sa*, *fig.* 2, solénosome apical contourné par des fibres fusoriales (solénosomes de traction *st*); *so*, *fig.* 3, boucles formées par des solénosomes apicaux; *c*, chromosomes; *ci*, *fig.* 1, enchevêtrement primitif de solénosomes; *ce*, *fig.* 4, centrosome constitué; *c. cl.* × 1600. Fixation Bouin-cuprique, chrome-osmium, coloration Mann, hématoxyline-fer.

s'insinuent dans l'aire nucléaire, enveloppent les chromosomes qui se rapprochent. Ultérieurement, les noyaux fils se constituent.

Les centres stigmosomiens des solénosomes, qui entourent les fibres fusoriales en destruction, augmentent de volume. Au moment de l'élaboration du centrosome, les solénosomes apicaux du nœud gordien (*sa*, *fig.* 3) se dilatent un peu et deviennent légèrement sidérophiles et orangeophiles. Le centrome constitué (*ce*, *fig.* 4) est fortement sidérophile (hématoxyline-fer) et éosinophile (Mann).

CHIMIE AGRICOLE. — *La potasse et le sol. Déplacement du calcium par le potassium.* Note (¹) de MM. **Joseph Clarens** et **Jean Lacroix**, transmise par M. Robert Lespieau.

La portion argileuse d'un sol [le mot argile étant pris dans le sens agronomique et non minéralogique (²)] est constituée par un noyau servant de support à des atomes d'hydrogène dont certains sont déjà remplacés par des métaux, et d'autres susceptibles de l'être, par action des bases par exemple.

En la traitant convenablement par un acide, on peut débarrasser l'argile des métaux y figurant déjà, et l'amener ainsi à un état que nous représenterons schématiquement par la formule $Agr\,H_1, H_2, H_3, \ldots, H_n$, les indices 1, 2, 3, ..., n étant seulement des numéros marquant l'ordre de déplacement des H par des cations métalliques, lorsqu'on traite l'argile par des quantités croissantes de bases.

On peut déterminer la valeur commune de ces étapes $H_1, H_2, \ldots$ pour un poids donné de terre. C'est ainsi que pour 10^g de la terre qui va être étudiée cette valeur est de 4,3, l'unité de mesure étant la quantité de l'élément considéré contenue dans 1^{cm^3} d'une solution N/10; 4,3 signifie que, pour qu'une étape $AgrMH_2, H_3, \ldots, H_n$, par exemple passe à l'étape suivante $AgrM^2H_3, \ldots, H_0$, elle devra fixer $4^{cm^3},3$ d'une solution N/10 d'une base MOH.

Les sels successivement obtenus par saturation progressive des étapes par une base MOH constituent des individus $AgrMH_2, H_3, \ldots, H_n$, $AgrM^2H_3, \ldots, H_n, \ldots$, ayant une réactivité propre vis-à-vis des divers réactifs; de telle sorte que, en particulier, l'étude du déplacement d'un métal par un autre métal ne pourra aboutir à des résultats nets que si chaque étape est étudiée individuellement.

Des morceaux de 10^g de terre sont amenés à l'état de $(Agr\,H_2H_3\ldots H_n)^2Ca$ par des traitements répétés avec une solution de $CaCl^2N$, suivis d'un traitement par 20^{cm^3} d'une solution renfermant $5^{cm^3},3$ d'une solution acide N/10 (ce qui résulte d'une étude préalable de la terre, sur laquelle nous ne pouvons pas insister ici). Ces échantillons sont agités chacun, pendant une heure, avec 20^{cm^3} d'une solution renfermant des quantités x^{cm^3}

(¹) Séance du 3 juin 1940.

(²) J. Clarens et J. Lacroix, *Bull. Soc. Chim.*, 6, 1939, p. 979.

d'une solution N/10 de NO^3K, variables d'un échantillon à l'autre. L'équilibre obtenu, on dose les quantités y de Ca déplacé représentant aussi les quantités de K fixé. Voici les résultats :

x	2	4	6	8	10	12	14
y	1,2	1,9	2,6	3,1	3,5	3,9	4,0

H_2 et les H des étapes suivantes n'étant sensiblement déplacées par un métal que pour une concentration très grande des solutions de ce métal, l'action de K porte exclusivement sur la première étape.

On représente ces résultats par une courbe que l'on prolongera par extrapolation jusqu'à l'origine, et qui a pour équation

$$\frac{dy}{dx} = k_1(A - y), \tag{1}$$

où A est la valeur commune des étapes, ici 4,3. En effet, pour chaque point, dy/dx peut se déterminer par une construction graphique simple; y étant connu, on peut alors pour chaque point déterminer le coefficient k_1. Pour les points d'abscisse 0, 4, 12 on trouve pour k_1 0,149 (0,64/4,3); 0,150; 0,159; 0,177; la moyenne 0,160 ne diffère des valeurs extrêmes que de 10 % environ. k_1 peut donc être considéré comme constant.

En intégrant l'équation (1) on arrive à l'équation

$$\frac{A - y}{A} = -k_1 x, \tag{2}$$

qui permettra aussi de vérifier la constance du coefficient k_1.

On étudiera de même le déplacement de Ca par K dans l'étape H_2. Pour cela on traite des échantillons de 10^g, à plusieurs reprises, par une solution de KClN, puis chaque échantillon par $5^{cm^3},0$ d'une solution acide N/10. Nous obtenons ainsi AgrKH_2, H_3, ..., H_n que nous transformons en (AgrKH_3, ..., $H_n)^2$Ca en traitant chaque échantillon par 4,3 de chaux. Chaque échantillon est ensuite traité comme précédemment par x^{cm^3} d'une solution de NO^3K N/10. Résultats :

x	3	6	9
y	0,45	0,85	1,2

La courbe représentant ces résultats a la même allure que celle relative à la première étape. Elle correspond aux mêmes formules, mais avec une constante k_2 beaucoup plus petite, de valeur moyenne 0,037.

On peut étudier de la même façon le déplacement de K par Ca; les résultats obtenus s'expriment par des formules analogues aux formules (1) et (2), mais le sens de l'inégalité des coefficients k_1 et k_2 correspondant à chacune des deux premières étapes est inversé.

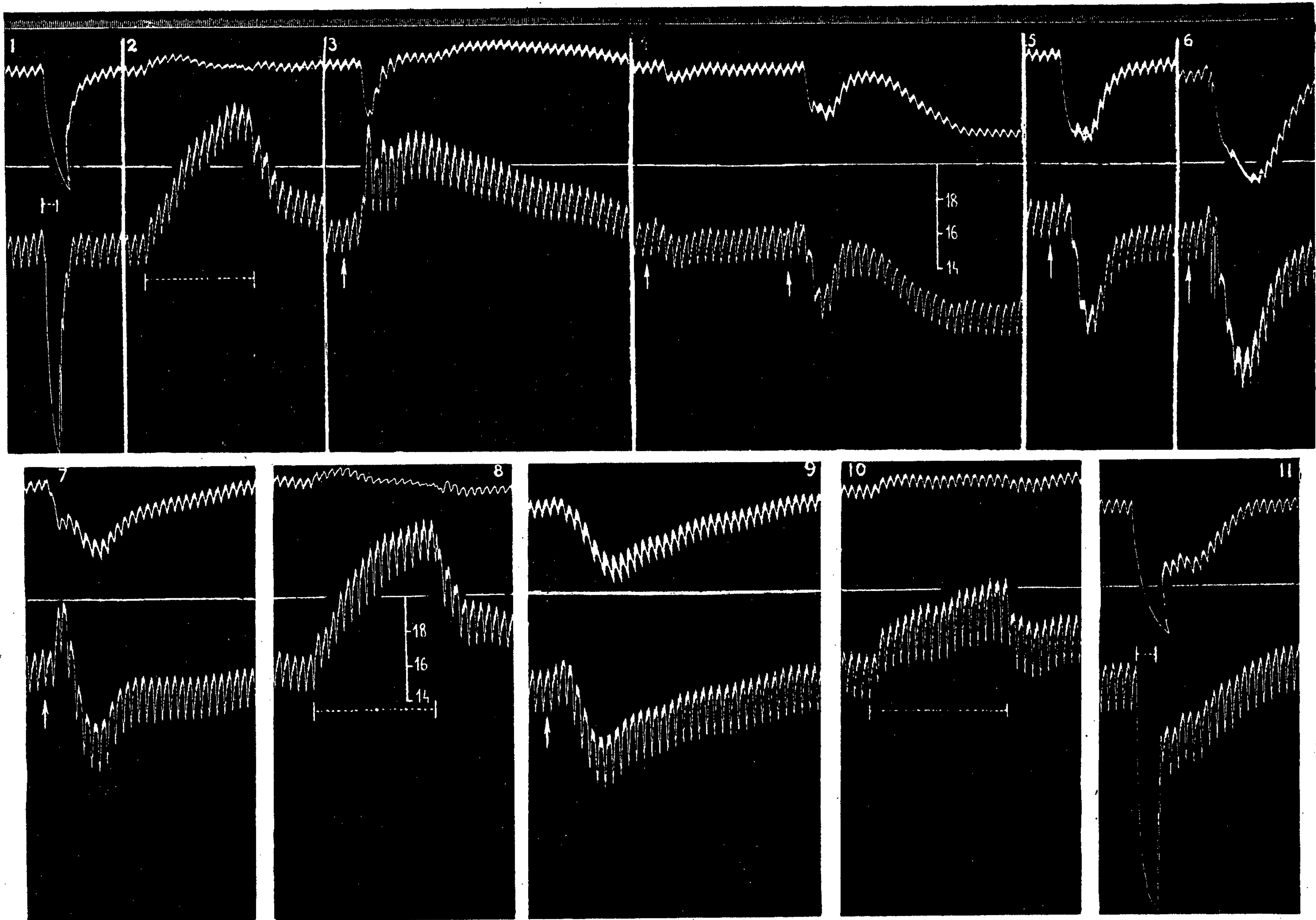
De ce qui précède on peut déduire que, dans une terre exclusivement calcique, l'équilibre atteint, K sera fixé surtout dans la première étape et n'existera en proportion appréciable dans la deuxième que si, dans la première, la presque totalité de Ca a été déjà remplacée par K.

Ceci résulte encore de la comparaison du graphique exprimant l'action de solutions d'ions K sur des échantillons Agr $CaH_3, \ldots, H_n$ au graphique correspondant à l'action des mêmes solutions sur des échantillons $(AgrH_2, H_3, \ldots, H_n)^2Ca$. Le début de la courbe obtenue dans le premier cas (les deux étapes H_1 et H_2) est presque identique à la courbe obtenue dans le deuxième cas (première étape seule); l'action de K porte donc presque exclusivement au début sur la première étape, et ce n'est que lorsque cette première étape est saturée de K, pour des valeurs de y plus grandes que 4,3, que l'action de K porte sur la deuxième étape. La courbe est alors presque rectiligne et très peu inclinée sur l'axe des abscisses; le coefficient k correspondant est très petit, plus petit que le coefficient k_2(0,037) trouvé plus haut pour la deuxième étape seule, car K agit maintenant en présence d'ions Ca antagonistes, libérés de la première étape.

Ces conclusions ne s'appliquent en toute rigueur qu'à une terre exclusivement calcique; néanmoins il est vraisemblable qu'elles s'appliqueront aussi à des terres dans laquelle la chaux domine, ce qui est le cas général.

PHARMACOLOGIE. — *Sur un nouveau faux Iboga pharmacologiquement actif.* Note de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Ayant reçu du Gabon, sous la dénomination d'*Iboga*, 7 échantillons de racines accompagnées de tiges feuillées, fleuries et fructifiées prélevées sur chacune des 7 plantes dont ils provenaient, nous avons pu constater : 1° qu'un seul de ces échantillons était constitué par de l'*Iboga* vrai, c'est-à-dire par les racines du *Tabernanthe Iboga* Baillon ; 2° que 4 appartenaient à une autre espèce de *Tabernanthe* bien distincte du *T. Iboga* par ces fruits citriformes ; 3° qu'un 6e avait été fourni par le *Pterotaberna inconspicus* Staff, *var-macrantha* Raymond-Hamet; que le 7e enfin devait être rapporté à un *Rauwolfia* bien distinct du *R. vomitoria* Afzelius et que nous croyons être le *R. monbasiana* Stapf.



Chien ratier à poils ras de 10^{kg}, anesthésié par le chloralose (14^{cg} par kg.). bivagotomisé au cou et soumis à la respiration artificielle. 1re ligne : temps en secondes; 2me et 4me lignes : variations du volume du rein enregistrées par l'oncographe d'Hallion et Comte par nous modifié; 3me et 5me lignes : pression carotidienne enregistrée par le manomètre à mercure. En 1 et 11, faradisation du bout périphérique du pneumogastrique. En 2, 8 et 10, occlusion de la carotide. En 3, 7 et 9, injection intra-saphénique de $0^{mg},006$ d'adrénaline. On a injecté dans la saphène, en 4, 2, puis 5^{cm^3}; en 5, 10^{cm^3}; en 6, 20^{cm^3}; entre 8 et 9, 50^{cm^3} d'extrait aqueux à 1 pour 8 de *Rauwolfia monbasiana*. Tracés réduits de moitié.

Un extrait aqueux (¹) des racines de ce *Rauwolfia monbasiana* a provoqué une hypotension passagère d'autant plus marquée que la dose injectée était plus élevée. A une dose où il augmentait [très faiblement, il est vrai (exactement de 80ᵐᵐ de Hg, au lieu de 76ᵐᵐ)] l'hypertension produite par l'occlusion carotidienne et laissait subsister la vasoconstriction rénale provoquée par celle-ci, cet extrait a inversé l'action hypertensive d'une dose moyenne d'adrénaline, mais alors l'hypotension adrénalinique était encore précédée d'une légère et peu durable hypertension qui s'accompagnait d'une vasoconstriction rénale peu marquée, mais indéniable.

Toutefois, à la dose où il inversait totalement l'action hypertensive de la même quantité d'adrénaline qu'auparavant et où, par conséquent, cette dernière ne provoquait plus qu'une hypotension non précédée d'hypertension et ne s'accompagnant plus de modifications du volume du rein parallèles à celle de la pression carotidienne, il diminuait nettement l'hypertension provoquée par l'occlusion des carotides et abolissait complètement les manifestations oncographiques de la vasoconstriction rénale précédemment observée à la suite de cette occlusion, mais alors il laissait subsister sans modification apparente les effets cardio-inhibiteurs de la faradisation du bout périphérique du pneumogastrique.

Doué d'un pouvoir sympathicolytique majeur, ce faux *Iboga* a donc une action opposite de celle du vrai *Iboga*, qui est un puissant sympathicosthénique.

GÉNÉTIQUE. — *Sur l'hétérosis des hybrydes de* Gryllus campestris *L. et* Gr. bimaculatus *de Geer*. Note (¹) de Mˡˡᵉ **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

Sous le nom d'*hétérosis* on entend généralement l'accroissement de la taille des hybrides par rapport aux tailles moyennes de chacun des parents. Cette différence de taille et, corrélativement, de tous les autres caractères, due à la vigueur supérieure des produits de croisements interspécifiques,

(¹) Extrait à une partie de racines pour huit parties d'eau distillée, obtenu par décoction de 1 heure et macération de 23 heures, filtré puis additionné de 8ᵐᵍ de sodium par centimètre cube.

(¹) Séance du 3 juin 1940.

peut être réelle ou apparente. En effet, quand le nombre des hybrides est très grand, le groupe mesuré peut ne pas être vraiment représentatif de l'ensemble, par défaut d'échantillonnage, souvent dû à la sélection involontaire, qui résulte de la tendance à étudier les plus beaux exemplaires. Pour les lots peu importants, issus du croisement d'un seul couple, tous les exemplaires sont généralement mesurés. Dans ce cas, la différence relevée entre la taille des hybrides et celle des espèces souches peut être attribuée à des facteurs appartenant aux groupes suivants :

1° *Différence de taille due aux modalités de transmission des caractères de chacune des espèces.* — Un hybride qui reçoit un caractère de l'un des parents, un autre caractère de l'autre parent, ne peut avoir une taille qui corresponde à l'un ou à l'autre de ceux-ci, puisque la taille résulte de la somme de divers caractères, tête, pronotum, abdomen ou élytres, et que ces caractères sont de dimensions différentes d'une espèce à l'autre. Selon les modalités de transmission des trois caractères ci-dessus, *la taille théorique moyenne* d'un hybride peut être supérieure ou inférieure à celle de l'un ou de l'autre parent. Inférieure, si l'hybride représente la combinaison des trois caractères en leurs plus petites dimensions, supérieures dans le cas contraire. La part qui reviendrait à ce facteur d'ordre purement héréditaire pourrait être évaluée en comparant les *moyennes théoriques* des caractères des hybrides avec ces mêmes moyennes des parents. J'ai proposé une méthode pour le calcul de ces moyennes théoriques et donné les résultats des comparaisons des principaux caractères entre eux, pour les diverses catégories de Gryllides (²).

2° *Différence de taille due à la réunion de facteurs génétiques favorables.* — Ces facteurs déterminent une vigueur, propre aux hybrides, qui possèdent, en quelque sorte, un potentiel de croissance supérieur à celui des parents. Les causes de cette vigueur particulière tiennent au fait que les parents *bimaculatus* (*B*) et *campestris* (*C*), qui composent les couples hybridés, ne sont pas des génotypes purs. Ils appartiennent à deux espèces linnéennes de constitution génétique complexe, ainsi que le démontrent les courbes de variabilité fluctuante. Ces dernières sont, en effet, toujours plurimodales pour certains indices, chez des Grillons issus de divers couples de même espèce, mais de souches différentes. Aux hybridations interspécifiques correspond donc un fort degré d'hétérozygotie, d'où une accumulation, dans l'hybride, d'une multitude de caractères dominants,

(²) *Comptes rendus*, 210, 1940, p. 635, 707, 746.

qui sont autant de facteurs favorables à la réalisation de types morphologiques et physiologiques particulièrement vigoureux. Il est d'ailleurs couramment admis que l'hybridation favorise une série de facteurs complémentaires, qui, agissant sur le système humoral, exercent, en cela, une influence favorable sur la croissance.

3° *Différence de taille due à l'action des facteurs externes sur l'hybride.* — Cette influence est différente sur les espèces *B* et *C*. Ainsi, les conditions d'élevage, relativement favorables à *bimaculatus*, sont beaucoup moins favorables à *campestris* et paraissent être les meilleures pour les hybrides, qui n'existent pas à l'état spontané, tout au moins en Europe, et dont de multiples essais d'acclimatation, dans diverses localités de la région parisienne, n'ont pas réussi. Il semble que les conditions artificielles réalisées au laboratoire favorisent le maximum de développement de ces hybrides.

4° *Différence de taille due aux facteurs qui déterminent la croissance dysharmonique.* — Du fait de l'augmentation générale de la taille des hybrides, celle-ci se trouve automatiquement associée aux manifestations de croissance allométrique ou dysharmonique. Ce plus grand accroissement relatif de certaines parties du corps, de la tête par exemple, a pour effet de renforcer encore l'intensité de l'hétérosis.

Voici, sans entrer dans les détails de l'analyse des particularités de la descendance de chaque couple hybridé, les résultats globaux des calculs d'estimation de l'hétérosis, pour les deux catégories d'hybrides réciproques ♂ et ♀. Ces résultats sont représentés par les rapports entre les moyennes réelles de chaque caractère et les moyennes théoriques des caractères homologues pour l'ensemble des hybrides réciproques $B \times C$ et $C \times B$. Ainsi on obtient (en %) les différences de taille dues à l'hétérosis proprement dit et cela pour chaque caractère mesurable des hybrides.

Les caractères mesurés sont des longueurs (Fe) du fémur et (Ti) du tibia postérieurs, la longueur (Ai) des ailes, (El) des élytres, (Pl) du pronotum, (Ta) de la tarière; les largeurs (Pa) des bords antérieur et (Pp) postérieur du pronotum, (Et) des élytres, (Tt) de la tête, enfin (Th), la hauteur de la face. Les valeurs des rapports sont multipliées par 100; le nombre des individus mesurés est de 147 ♂ et 131 ♀ *CB* et de 200 ♂ et 116 ♀ *BC*.

	Fe.	Ti.	Ai.	El.	Et.	Pa.	Pp.	Pl.	Tt.	Th.	Ta.	Moyennes.
♂ *CB*....	107	107	108	107	106	108	107	108	109	110		108
♀ *CB*....	103	104	104	103	103	104	103	104	104	104	104	104
♂ *BC*....	104	104	105	104	105	106	105	105	106	106		105
♀ *BC*....	108	107	109	109	108	109	108	109	109	110	110	109

L'inspection de ce tableau montre que, dans chaque catégorie

d'hybrides ♂ et ♀, les grandeurs relatives des caractères, par rapport aux moyennes théoriques, sont toutes supérieures à 100 % et diffèrent peu les unes des autres. On remarque également que, pour chaque catégorie d'hybrides, les moyennes qui caractérisent l'hétérosis proprement dit sont de 104 % chez les ♀ et 108 % chez les ♂ *CB* et, au contraire, 109 % chez les ♀ et 105 % chez les ♂ *BC*. Ces derniers chiffres, qui donnent une idée de l'ordre de grandeur de l'hétérosis chez les Grillons hybrides, sont des chiffres moyens, relatifs à tout l'ensemble d'un groupe complexe d'hybrides. En réalité, l'hétérosis n'est pas identique d'un lot hybride à un autre de même catégorie et cela suivant les facteurs qui entrent en jeu, mais l'écart maximum observé jusqu'à présent, relatif à un lot de 41 ♂ *CB*, ne dépasse pas 6 % de la moyenne de sa catégorie.

EMBRYOGÉNIE TÉRATOLOGIQUE. — *Sur une poussée corticale secondaire de l'épithélium germinatif dans les gonades mâles d'un embryome d'origine gémellaire.* Note [1] de M. **Albert Peyron**, présentée par M. Maurice Caullery.

La parthénogenèse polyembryonique que j'ai mise en évidence dans le testicule humain n'a pas encore été reproduite expérimentalement chez les Mammifères; et l'on ne peut encore préciser si cette lignée ovulogène tératologique provient d'une métaplasie de la lignée souche des tubes, ou d'un retour à l'activité de l'épithélium germinatif.

Depuis longtemps des observations d'embryologie comparée, normale ou tératologique, avaient permis d'envisager, chez des sujets génétiquement et somatiquement mâles, la possibilité d'un retour à l'état actif de l'épithélium germinatif (feuillet viscéral de la vaginale) avec développement de cordons génitaux de type femelle. D'autre part, chez l'embryon humain, P. Grünwald (*Zeits. für d. gesammte Anatomie*, 103, p. 278) vient de mettre en évidence le développement, dans certains cas, entre les stades de 1 à 35cm, d'une poussée corticale secondaire, homologue de celle qui engendre dans l'ovaire l'assise corticale femelle, mais qu'il considère ici comme de nature mâle. Je retrouve cette poussée corticale dans les deux testicules de type fœtal, retrouvés au milieu des tissus multiples d'un embryome congénital de la région sacro-coccygienne,

[1] Séance du 3 juin 1940.

extirpé chez un garçon de deux semaines et représentant un jumeau parasite. Dans l'un comme dans l'autre, le feuillet viscéral de la vaginale montre une série de bourgeons issus de l'assise profonde du revêtement péritonéal et qui se transforment en tubes séminifères; ces derniers constituent une zone corticale d'épaisseur variable, située primitivement en dehors de l'albuginée, mais qui s'incorpore progressivement au parenchyme testiculaire. Ces tubes corticaux ne se distinguent, temporairement, que par leurs noyaux, qui n'ont pas une topographie périphérique aussi régulière.

Or des dispositions analogues s'observent dans certaines gonades mal formées, chez l'Homme et les Mammifères; en particulier, il existe des cas, d'ailleurs rares, d'ovotestis dans lesquels les éléments séminifères sont



A la partie inférieure de la figure, on a représenté trois segments différents de l'un des testicules : l'épithélium germinatif en cours de prolifération et ses bourgeons sont dessinés en noir; la zone des tubes corticaux qui en provient est en gris. La partie supérieure de la figure montre une vue d'ensemble, les tubes corticaux (en gris foncé) sont noyés dans une interstitielle hyperplasiée (en gris clair).

issus, non seulement des cordons médullaires, suivant le type habituel, mais également d'une poussée corticale secondaire. Mais le caractère mâle, souligné par Grünwald, de cette poussée corticale dans le testicule normal, n'est généralement pas admis sans réserves, et on la rattache plutôt à une instabilité de l'épithélium germinatif, traduisant une détermination hormonique encore insuffisante du sexe de la gonade. Notre cas, le seul de

cet ordre dans la tératologie des Mammifères, ne permet pas de conclure en faveur de l'une ou de l'autre des opinions, car il apporte à chacune d'elles des arguments.

1° La poussée corticale y offre un caractère nettement mâle, attesté : *a.* par la présence, dans les tubes, de petits cristalloïdes courts et trapus, d'ailleurs difficiles à observer; *b.* par la présence d'une glande interstitielle très développée, dont l'hyperplasie est comparable à celle bien connue dans le testicule humain du 5e mois. Il faut noter que l'un et l'autre de ces caractères font défaut, ou du moins ne sont pas signalés dans le matériel de Grünwald.

2° D'autre part certaines des glandes endocrines du jumeau tératologique sont absentes ou hypoplasiées : on retrouve les paraganglions du sympathique lombaire et des ilôts endocrines dans les ébauches pancréatiques, mais l'appareil thyroparathyroïdien, le thymus et surtout le cortex surrénal, ainsi que l'hypophyse, font défaut.

Ainsi, en regard des observations de Grünwald, dans lesquelles on s'explique mal l'inconstance de la poussée corticale supposée normale, notre observation permettrait d'incriminer un trouble dans l'équilibre hormonique, en particulier une déficience dans l'action morphogène de l'hypophyse et du cortex surrénal, qui, chez le mâle normal, contribue peut-être à inhiber la poussée corticale. Toutefois, dans les cas de cet ordre, il y a lieu de tenir compte de l'action probable de suppléance exercée par les glandes endocrines du jumeau normal, porteur de la tumeur.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Inappétence et vitamine* C. Note [1] de M. **Georges Mouriquand**, présentée par M. Charles Achard.

L'étiopathogénie du syndrome *inappétence* demeure obscure. De multiples causes peuvent être invoquées.

Pour l'éclairer, on retiendra les cas simples où un facteur déterminé est seul en cause, au moins primordialement.

Il en est ainsi dans les diverses avitaminoses expérimentales (A, B, C, etc.), où l'inappétence est observée à un moment donné de leur évolution.

Nous avons, à ce point de vue, étudié l'avitaminose C depuis 1915, sur des milliers d'animaux (cobayes).

---

(1) Séance du 3 juin 1940.

Voici nos constatations :

L'appétit des animaux a été fréquemment apprécié par la pesée quotidienne de la ration globale et de ses éléments (avant et après consommation pendant 24 heures) et de l'animal.

On sait que l'avitaminose C passe par une phase eutrophique (montée ou plateau de la courbe pondérale) et par une phase dystrophique (chute progressive de cette courbe).

La phase eutrophique comporte un stade de précarence (asymptomatique) et un stade de carence affirmée (hémorragies ostéo-musculaires).

Au stade de précarence (qui dure 10 ou 12 jours), l'appétit est normal; la courbe pondérale monte régulièrement.

Pourtant le taux d'acide ascorbique de l'organisme [surrénales etc. (Giroud et Leblond, Mouriquand, Tête et Viennois)] baisse rapidement; la perte est des 3/4 environ vers le 5e ou 6e jour, et de la totalité vers le 10e ou 12e jour (Giroud). Cette carence subtotale, puis totale en vitamine C, n'affecte en rien l'appétit.

Au stade affirmé (12e-20e jour), malgré les grosses lésions scorbutiques, l'appétit reste normal ou voisin de la normale, la courbe pondérale continue son ascension, puis se met en plateau.

Les réserves organiques en acide ascorbique ont alors pratiquement disparu depuis le 10e jour environ.

Cette carence prolongée n'affecte en rien, jusque-là, l'appétit. La *faim énergétique* (L. Lapicque) de l'organisme continue.

Vers le 20e jour commence la phase dystrophique qui doit être divisée en période préathrepsique et athrepsique.

A la période préathrepsique l'inappétence s'installe progressivement, et, de ce fait, baisse la courbe pondérale. Les réserves d'acide ascorbique sont depuis longtemps chimiquement épuisées (Giroud etc.).

L'adjonction de vitamine C à la ration (de 5 à 25mg) relève rapidement l'appétit, la courbe pondérale, et les réserves organiques en acide ascorbique, et guérit les lésions scorbutiques. L'équilibre nutritif, l'appétit sont définitivement récupérés, la dystrophie étant encore réversible.

Vers le 25e jour (généralement après l'apparition de la diarrhée), s'installe la phase athrepsique. L'appétit est au plus bas, et l'amaigrissement.

L'adjonction d'acide ascorbique à la ration guérit la diarrhée, les lésions hémorragiques, relève généralement l'appétit jusqu'à la période préa-

gonique, mais l'animal se comporte comme un inanitié qui mange, digère, mais n'utilise plus l'énergie ingérée. Il s'éteint progressivement.

Dans l'avitaminose totale, l'inappétence est donc tardive. Son apparition ne coïncide pas avec l'installation de la carence *chimiquement* totale de l'organisme en vitamine C, mais survient longtemps après elle.

Jusqu'au bout et jusqu'à la phase de dystrophie irréversible (athrepsie), l'acide ascorbique garde le *contrôle* de l'appétit, même quand il a perdu celui de l'assimilation.

Des doses minimes sont capables d'écarter l'inappétence. L'adjonction de 1/4 de milligramme d'acide ascorbique à la ration carencée maintient l'appétit jusque vers le 50e jour [mort vers le 60e : scorbut subaigu (Mouriquand, Dauvergne et V. Edel)]. Une dose de 1/2 milligramme permettant la réalisation du scorbut chronique (Mouriquand et Michel) avec ses ostéoses et périostéoses, maintient indéfiniment l'appétit et l'eutrophie générale.

Dans l'inanition partielle équilibrée (taux calorique très abaissé, mais présence de vitamine C) entraînant une cachexie rapide, on observe la persistance d'un appétit impérieux jusqu'à la phase préagonique.

En somme, seule la carence totale et prolongée en vitamine C s'est montrée, dans nos cas, facteur d'inappétence et a éteint la *faim énergétique*, que l'apport de cette vitamine a toujours rallumée.

A 15^{h}40^m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16^h.

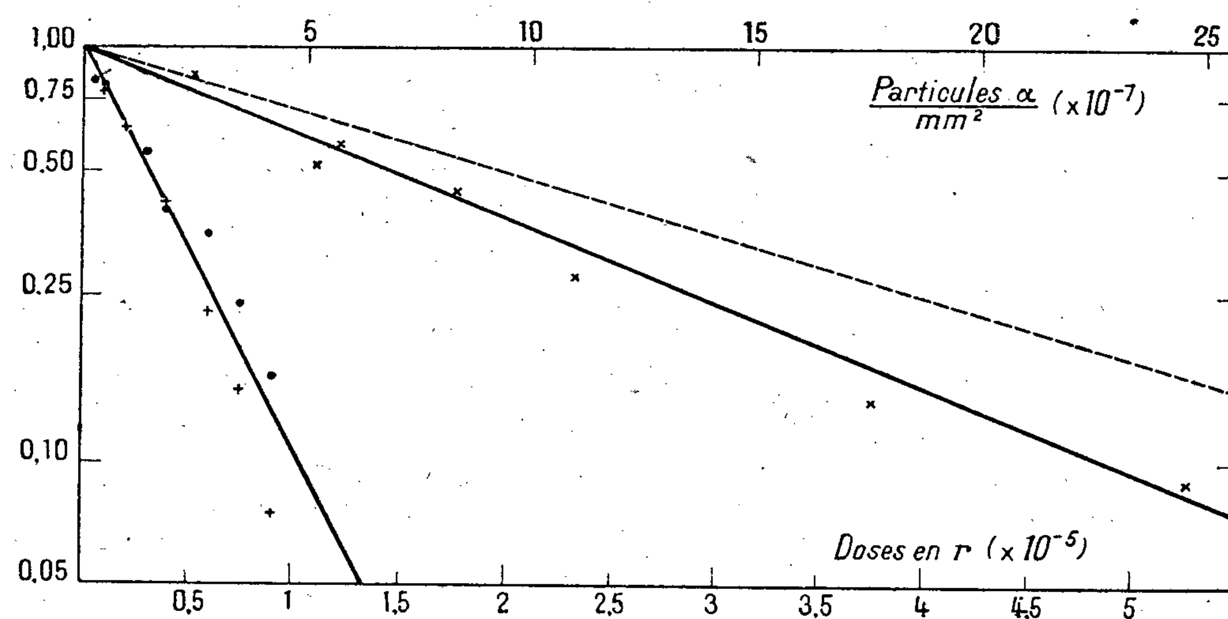
A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 29 avril 1940.)

Note de MM. *Fernand Holweck*, *Salvatore Luria* et *Eugène Wollman*, Recherches sur le mode d'action des radiations sur les bactériophages :

Page 640, remplacer le graphique, où il a été omis deux signes ×, par le suivant



● Rayons X 17 kV; + Rayons X 200 kV; × Radon (radiation totale); ---- particules a (calculée).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS PENDANT LES SÉANCES DE MAI 1940 (*fin.*)

Catalogus van den historisch-topografischen Atlas van het zeeuwsch genootschap der Wetenschappen. Tweede deel. *Topografische prenten en teckeningen,* par W.-S. UNGER. Middelburg, N. V. Boekdrukkerij en Binderij J. C. et W. Altorffer, 1940; 1 vol. 23^{cm}.

Fundamental Tables for regional isostatic reduction of gravity Values, par F.-A. VENING MEINESZ. Eerste Sectie, deel XVII, n° 3. Amsterdam, N. V. Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, 1940; 1 fasc. 26^{cm}.

Asociacion española para el progreso de lao Ciencias. XVe Congreso, Santander, 1938 (III año triunfal). *La geometria magúa in minimis del P. zaragoza,* par PATRICIO PEÑALVER. Madrid, Valverde, s. d.; 1 fasc. 24^{cm}.

Faune de France. 36. *Diptères Nématocères,* par E. SÉGUY. Paris, Paul Lechevalier, 1940; 1 vol. 25^{cm} (présenté par M. L. Bouvier).

Notice sur les fondements de la géométrie, par JULIEN MALANGREAU. Montreux, Imprimerie Ganguin et Laubscher, 1940; 1 vol. 21^{cm}.

Gouvernement général de l'Indochine. *Notes herpétologiques sur l'Indochine française,* par RENÉ BOURRET. XVIII. *Reptiles et Batraciens reçus au Laboratoire des sciences naturelles de l'Université au cours de l'année* 1939. *Description de quatre espèces et d'une variété nouvelles.* XIX. *La Faune herpétologique des Stations d'altitude du Tonkin.* XX. *Liste des Reptiles et Batraciens actuellement connus en Indochine française.* Hanoï, *Bulletin général de l'Instruction publique,* 1939; 1 fasc. 27^{cm},5.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant l'année 1939.

L'Académie des sciences exprime ses remercîments aux Établissements qui lui ont envoyé leurs Publications.

La cote qui suit le titre de chaque périodique est celle de l'*Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris* (1); les cotes du supplément I de cet inventaire portent un indice en chiffres, celles du supplément II, un indice en lettres.

Le titre des périodiques nouvellement créés est inscrit en caractères gras.

EUROPE.

France.

Aix. — Académie des sciences, agriculture, arts et belles-lettres : *Rapport sur le fonctionnement du Musée Arbaud*, A 93^A; *Séance publique*, S 256.
Angers. — Société d'études scientifiques : *Bulletin*, B 1314.
Annecy. — Académie florimontane : *La Revue savoisienne*, R 1551.
Asnières. — *La chronique médicale*, C 386.
Auxerre. — Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne : *Bulletin*, B 1558.
Avignon. — *Cahiers de pratique médico-chirurgicale*, C 3^2.
Bayonne. — Société des sciences, lettres et arts : *Bulletin*, B 1553.
Besançon. — Observatoire national : *Bulletin météorologique*, O 84.
— *Annales françaises de chronométrie*, A 1096^A.
Bois-Colombes. — Société d'exploitation des matériels Hispano-Suiza : *Revue technique Hispano-Suiza*.
Bordeaux. — Société des sciences physiques et naturelles : *Procès-verbaux des séances*, P 642.

---

(1) Paris, Masson, 1924-1925; 4 fasc. et 2 suppléments (1929-1939), 23cm.

CHERBOURG. — Société nationale des sciences naturelles et mathématiques : *Mémoires*, M 521.

DAX. — Société de Borda : *Bulletin*, B 1418.

DIJON. — *Bulletin des recherches sur la genèse et la prophylaxie du cancer.*

LA ROCHELLE. — Société de médecine et de chirurgie : *Bulletin*, B 1461 *bis*.

LE MANS. — Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe : *Bulletin*, B 1735.

LILLE. — *Information médicale (L')*, I 175.

MARSEILLE. — Faculté des sciences : *Annales*, A 310.

— Musée colonial : *Annales*, A 865.

— Société de médecine : *Archives de médecine générale et coloniale*, A 2132^A^.

— *Journal des Observateurs*, J 607.

— *Marseille médical*, U 46.

MONTPELLIER. — École nationale d'agriculture : *Annales*, A 853 *bis*.

— Société des sciences médicales et biologiques : *Archives*, B 1568[1].

MOULINS. — Association provinciale des architectes français : *Revue des Sociétés d'architectes de province*, R 1269[1]

— Société scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France : *Revue scientifique*, R 1558.

MULHOUSE. — Société industrielle : *Bulletin*, B 1634.

NANCY. — Société des sciences : *Bulletin mensuel*, B 1552.

— *Annales de l'École nationale des Eaux et Forêts et de la Station de recherches et expériences forestières*, A 854[1].

NOGENT-SUR-MARNE. — Institut national d'agronomie de la France d'outre-mer : *L'Agronomie coloniale*, M 908.

PARC-SAINT-MAUR. — Institut de physique du globe. Observatoire géophysique du Parc-Saint-Maur : *Bulletin séismique*, I 240[A].

PARIS. — Académie d'agriculture de France : *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, B 1861.

— Académie de médecine : *Bulletin*, B 894.

— Académie des sciences : *Annuaire*, I 235 ; *Comptes rendus hebdomadaires des séances*, C 758 ; *Index bibliographique des Membres et Correspondants.*

— Association amicale des anciens élèves de l'Ecole centrale des arts et manufactures : *Annuaire*, A 1280 ; *Bulletin*, B 914.

— Association amicale de secours des anciens élèves de l'École Normale supérieure : *Annuaire*, A 2386.

— Association amicale des élèves de l'Ecole nationale supérieure des mines : *Annuaire*, A 1281 ; *Bulletin*, B 916.

— Association de documentation scientifique, industrielle et commerciale : *Bulletin*, A 2283.

— Association des actionnaires et obligataires des chemins de fer français : *Le cheminot de l'épargne.*

— Association nationale d'expansion économique : *L'Expansion économique*, E 474

— Automobile-Club de France : *L'Action automobile.*

— Banque de France : *Assemblée générale des actionnaires*, B 14[2].

— Banque ottomane : *Rapport présenté à la 72e Assemblée des actionnaires.*

PARIS. — Bon Marché (Au) : *Assemblée générale ordinaire.*
— Bureau des Longitudes : *Annuaire,* A 1370.
— Bureau d'études géologiques et minières coloniales : *Publications.*
— Bureau Veritas : *Bulletin technique,* B 2504.
— Caisse nationale de la recherche scientifique. Service de recherches d'astrophysique : *Annales d'astrophysique.*
— Club alpin français : *Revue* (*La Montagne*), B 1919.
— Collège de France. Institut d'hydrologie et de climatologie : *Annales,* A 868[2].
— Comité électrotechnique français et Union technique des syndicats de l'Électricité : *Revue générale de l'Électricité,* L 183.
— Commission du répertoire de bibliographie scientifique : *Bibliographie scientifique française,* B 247.
— Compagnie d'assurances générales contre l'incendie et les explosions : *Compte rendu à l'Assemblée générale des actionnaires.*
— Compagnie d'assurances générales sur la vie et incendie : *Comptes rendus à l'Assemblée générale des actionnaires.*
— Compagnie des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée : *Rapport du Conseil d'administration.*
— Compagnie des Chemins de fer du Midi : *Comptes de l'exercice; Rapport du Conseil d'administration,* R 71.
— Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans : *Rapports du Conseil d'administration et de la Commission de vérification des comptes,* R 57.
— Compagnie du Soleil (Société anonyme d'assurances) : *Compte rendu des opérations.*
— Compagnie universelle du canal maritime de Suez : *Assemblée générale des actionnaires; Canal de Suez* (*Le*), C 67 *bis; Comptes de l'exercice.*
— Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine : *Comptes rendus des séances,* C 742.
— Conservatoire national des Arts et Métiers : *Le travail humain,* R 1140[1B].
— Crédit foncier de France : *Compte rendu présenté au nom du Conseil d'administration.*
— École normale supérieure : *Annales scientifiques,* A 1120.
— École polytechnique : *Journal,* J 895.
— Établissements Kuhlmann : *Compte rendu de l'Assemblée générale ordinaire.*
— Groupement français pour le développement des recherches aéronautiques : *Note périodique.*
— Institut de physique du globe. Observatoire géophysique : *Voir* PARC-SAINT-MAUR.
— Institut des actuaires français : *Bulletin trimestriel,* B 1014.
— Institut Henri Poincaré : *Annales,* A 870[A].
— Institut national agronomique : *Programme des conditions d'admission.*
— Institut océanographique : *Annales,* A 873; *Rapport pour l'année,* I 257[2].
— Institut Pasteur : *Annales,* A 874.
— Mines de Bruay : *Rapport aux actionnaires.*
— Ministère de la guerre. Service de santé militaire : *Revue,* J 476.
— Ministère de la marine : *Annuaire de la Marine,* A 1355.

Paris. — Id. Service hydrographique de la Marine : *Cartes; Instructions nautiques*, 1285[A]; *Liste des signaux distinctifs et indicatifs internationaux de Stations françaises; Phares et signaux de brumes; Radiosignaux; Recherches hydrographiques sur le régime des côtes*, S 310; *Supplément au Catalogue des cartes, plans et ouvrages qui composent l'hydrographie française.*

— Ministère de la santé publique : *Bulletin.*

— Ministère des colonies : *Annales de médecine et de pharmacie coloniales*, A 820.

— Id. Service intercolonial d'information et de documentation. Direction des affaires économiques : *Bulletin mensuel de statistiques coloniales*, B 2280[B].

— Ministère des finances : *Compte définitif des recettes de l'exercice.*

— Ministère des travaux publics : Direction des voies navigables et des ports maritimes : *Statistique de la navigation intérieure*, M 918.

— Id. Services de la carte géologique de la France et des topographies souterraines : *Bulletin*, B 1863; *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, M 591.

— Ministère du commerce. Direction de la propriété industrielle : *Bulletin officiel de la propriété industrielle*, C 98.

— Ministère du travail : *Bulletin*, B 1040.

— Muséum national d'histoire naturelle : *Bulletin*, B 2017; *Mémoires*, M 576[A].

— Nationale (La). Compagnie anonyme d'assurances contre l'incendie et les explosions : *Comptes rendus à l'Assemblée générale.*

— Id. Compagnie anonyme d'assurances sur la vie : *Compte rendu à l'Assemblée générale.*

— Observatoire de Paris : *Bulletin astronomique*, B 854.

— Office international des musées : *Mouseion*, M 1283[1].

— Office international d'hygiène publique : *Bulletin mensuel*, B 1042.

— Office national météorologique de France : *Bulletin annuel; Bulletin quotidien de renseignements*, B 2476[1]; *Bulletin quotidien d'études*, B 2475[1]; *Mémorial*, M 677 *bis*.

— Id. et Société météorologique de France : *Bibliographie internationale de météorologie générale*, B 446[1].

— Office scientifique et technique des pêches maritimes : *Revue des travaux*, O 143 *bis*[1].

— Préfecture de police. Direction de l'hygiène, de la protection de l'enfance et du travail : *Rapport sur les opérations du service d'inspection des établissements classés dans le département de la Seine*, R 111 *bis*.

— Réunions médico-chirurgicales de morphologie : *Comptes rendus des séances.*

— Société amicale de secours des anciens élèves de l'École polytechnique : *Annuaire*, A 1291 et 1550; *Bulletin*, B 1163[B].

— Société astronomique de France : *L'Astronomie*, A 2471.

— Société centrale d'aquiculture et de pêche : *Bulletin*, B 1193.

— Société chimique de France : *Bulletin* (*Documentation, Mémoires*), B 1180.

— Société d'applications hydrauliques : *Assemblée générale ordinaire.*

— Société de biologie : *Comptes rendus des séances*, C 675.

— Société de chimie industrielle : *Chimie et Industrie*, C 342.

PARIS. — Société de chimie physique : *Journal de chimie physique,* J 368.
— Société de géographie : *La Géographie,* G 233.
— Société de l'enseignement supérieur : *Revue internationale de l'enseignement,* B 1716.
— Société de médecine de Paris : *Bulletins et Mémoires,* B 1462 *bis.*
— Société de médecine publique : *Voir* Syndicat des médecins hygiénistes français.
— Société d'encouragement pour l'industrie nationale : *Bulletin,* B 1296.
— Société des agriculteurs de France : *Revue des agriculteurs de France,* B 1522.
— Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers : *Ingénieurs Arts et Métiers,* A 1400 et B 2506.
— Société des ingénieurs civils de France : *Bulletin,* B 1537; *Mémoires,* M 583.
— Société des ingénieurs professionnels : *Bulletin mensuel*; **La Science appliquée au travail de l'ingénieur.**
— Société des médecins de l'assistance médicale à domicile : *Revue d'assistance médicale.*
— Société d'études ornithologiques : *Alauda,* A 324[A].
— Société foncière du Paraguay : *Assemblée générale annuelle ordinaire.*
— Société française de minéralogie : *Bulletin,* B 1685.
— Société française de photographie et de cinématographie : *Bulletin,* B 1608; *Bulletin de photogrammétrie,* B 1789[A]; *Petite chronique mensuelle de la S. F. P. C.,* annexe de B 1608.
— Société française des électriciens : *Annuaire,* A 1412; *Bulletin,* B 1644.
— Société géologique de France : *Bibliographie des sciences géologiques,* B 245[1]; *Bulletin,* B 1619; *Compte rendu sommaire des séances,* C 767; *Mémoires,* M 535.
— Société mathématique de France : *Bulletin,* B 1658.
— Société météorologique de France : *Voir* Office national météorologique et Société météorologique de France.
— Société nationale d'acclimatation : *Bulletin,* B 1762.
— Société nationale d'horticulture de France : *Bulletin mensuel,* A 952.
— Syndicat des médecins hygiénistes français et Société de médecine publique : *Le mouvement sanitaire,* M 1294 *bis.*
— Touring-Club de France : *Revue mensuelle,* R 1484.
— Union (L') (Compagnie d'assurances contre l'incendie, les accidents et risques divers) : *Compte rendu à l'Assemblée générale des actionnaires.*
— Union géodésique et géophysique internationale. Association de géodésie : *Bulletin géodésique,* B 2177[1]; *Travaux,* T 449[1].
— Union sociale d'ingénieurs catholiques : *Écho,* E 18.
— Union technique des syndicats de l'Électricité : *Voir* Comité électrotechnique français et Union technique des syndicats de l'Électricité.
— Université : *Livret de l'étudiant,* A 92.
— Id. Faculté des sciences : *Livret scolaire.*
— Urbaine (L'). Compagnie d'assurances contre l'incendie : *Comptes rendus des opérations à l'Assemblée générale ordinaire des actionnaires.*
— *Age (L') nouveau.*

PARIS. — *Agriculture en temps de guerre (L').*
— *Agriculture et les pouvoirs publics (L').*
— *Agriculture (L') : faits et documents.*
— *Annales d'astrophysique.*
— *Annales de chimie,* A 832.
— *Annales de géographie,* A 837.
— *Annales de physique,* A 832.
— *Annales des mines,* J 602.
— *Annales des ponts et chaussées,* A 1473.
— *Annales des sciences naturelles (Botanique, Zoologie),* A 1059.
— *Anthropologie (L'),* M 129.
— *Archives de médecine et de pharmacie navales,* A 2134.
— *Bulletin (Le) d'informations agricoles.*
— *Bip (Bulletin d'informations pratiques),* B 362[B].
— *Bulletin des sciences mathématiques,* B 1843.
— *Chaleur et industrie,* C 202.
— *Chambres d'agriculture (Les).*
— *Journal de mathématiques pures et appliquées,* J 467.
— *Journal de médecine et de chirurgie pratiques,* J 484
— *Journal de pharmacie et de chimie,* B 1787.
— *Mémorial de l'artillerie française,* M 677 *bis.*
— *Mémorial des sciences mathématiques,* M 683[1].
— *Nature (La),* N 52.
— *Progrès (Le) médical,* P 684.
— *Radio Journal.*
— *Rails de France,* R 14[A].
— *Revue anthropologique,* R 1462.
— *Revue de métrologie pratique et légale. Poids et mesures,* R 1164[1].
— *Revue de pathologie comparée et d'hygiène générale,* R 1166.
— *Revue des questions de défense nationale.*
— *Revue de viticulture,* R 1197.
— *Revue du génie militaire,* R 1288.
— *Revue du nickel,* R 1293[A].
— **Revue du paludisme et de médecine tropicale.**
— *Revue générale des sciences pures et appliquées,* R 1362.
— *Revue maritime,* R 1025.
— *Revue scientifique illustrée* (Revue rose), R 1216.
— *Scène et monde.*
— *Technique (La) moderne,* T 50.
— *Vigilante (La) maternité pour l'enfance.*

QUINTENAS. — *L'Ardèche médicale.*

ROUEN. — Société industrielle : *Bulletin,* B 1636.
— Société normande d'études préhistoriques : *Bulletin.*

SAINT-ÉTIENNE. — Société de l'industrie minérale : *Revue de l'industrie minérale,* R 1123.

STRASBOURG. — Union géodésique et géophysique internationale. Association internationale d'hydrologie scientifique : *Voir* **Grande-Bretagne**. EDINBURGH.
— Université. Institut de physique du globe : *Annales*.
— Id. Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine : *Bulletin*, A 63.
TALENCE. — Observatoire : *Bulletin*, B 1032.
TOULON. — Société des amis du vieux Toulon : *Bulletin*.
— *Côte d'Azur (La) médicale*, C 1049[1].
TOULOUSE. — Université. Faculté des sciences : *Annales*, A 909.

Allemagne.

BERLIN. — Forschungsanstalt der deutschen Reichspost : *Telegraphen-Fernsprech-Funk-und Fernsch-Technik*, T 75.
— Preussische Akademie der Wissenschaften : *Abhandlungen*, M 944.
— Reichsamt für Wetterdienst : *Deutsches meteorologisches Jahrbuch*, E 351; *Die Verteilung der Niederschläge in Deutschen Reich; Wissenschaftliche Abhandlungen*, R 308[A].
— *Forschungen und Fortschritte*, F 101[1].
DRESDE. — *Photographie und Forschung*, P 280[A].
GÖTTINGEN. — Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematish-Physische Klasse : *Abhandlungen*, C 569; *Nachrichten*, N 5.
HALLE. — Kaiserlich Leopoldinische Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher : *Nova Acta Leopoldina (Abhandlungen)*, L 67.
HEIDELBERG. — Universität. Staats=und wirtschaftswissenschaftliche Fakultät : *Inaugural=Dissertation*.
IENA. — *Zeiss Nachrichten*, Z 34[A].
LEIPZIG. — Sächsische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Physische Klasse : *Berichte über die Verhandlungen*, B 185.
MÜNCHEN. — Bayerische Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Abteilung : *Abhandlungen*, A 36; *Gedächtnisrede; Sitzungsberichte*, J 122.
POTSDAM. — Astrophysikalische Observatorium : *Publikationen*, P 815.

Autriche.

WIEN. — Akademie der Wissenschaften. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse : *Sitzungsberichte*, S 358.
— Österreichische Gesellschaft für Meteorologie : *Meteorologische Zeitschrift*, Z 38.

Belgique.

BRUXELLES. — Académie royale de Belgique. Classe des sciences : *Bulletin*, B 895; *Mémoires*, M 450.

BRUXELLES. — Académie royale de médecine de Belgique : *Bulletin,* B 899; *Mémoires,* M 440.
— Ministère de l'agriculture : *Bulletin du Jardin botanique de l'État,* B 1995.
— Musée royal d'histoire naturelle de Belgique : *Bulletin,* B 2016; *Mémoires,* M 576; *Mémoires hors série; Résultats du voyage de la Belgica en* 1897-1899.
— Office central de statistique : *Bulletin de statistique*, B 2535[A].
— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie : *Bulletin,* B 1178; *Session extraordinaire.*
— Société royale zoologique de Belgique : *Annales,* A 988.
— Université : *Recueil de l'Institut zoologique Torley-Rousseau,* R 208[1].

LIÉGE. — Société géologique de Belgique : *Bulletin; Mémoires,* M 534.
— Société royale des sciences : *Bulletin,* B 1738[A].
— Université. Institut de botanique : *Archives,* A 2116.

LOUVAIN. — Société scientifique de Bruxelles : *Annales,* A 1101; *Revue des questions scientifiques,* R 1252.

TERVUEREN. — Musée du Congo belge : *Annales,* A 1083.

UCCLE. — Observatoire royal de Belgique : *Annuaire,* A 1315; *Bulletin astronomique,* B 852[A]; *Bulletin séismique,* B 2490.

Danemark.

KOBENHAVN (COPENHAGUE). — Danmarks Geodaetisk Institut : *Bulletin of the Seismological Station,* B 2403[1B]; *Meddelelse,* G 219[C].
— Danske meteorologiske Institut : *Publikationer* [*Aarbøger*], P 882[1].
— Kgl. Danske Videnskabernes-Selskabs (Académie royale des sciences et des lettres) : *Biologiske Meddelelser,* K 58[1]; *Mathematisk-fysiske Meddelelser,* K 59; *Skrifter* (*Mémoires*), S 372.
— Kommissionen for Videnskabelige Undersøgelser i Grønland : *Meddelelser om Grønland,* M 191.

Espagne.

SAN FERNANDO. — Instituto y Observatorio de Marina : *Almanaque nautico,* A 555.

Finlande.

HELSINKI — Academia scientiarum fennica (Suomalaisen tiedeakatemian) : *Annales* (*Toimituksia*), S 750; *F F* (*Folklore Fellows*) *Communications,* F 0[1].
— Id. Geophysikalische Observatorium : *Veröffentlichungen.*
— Commission géodésique baltique (Baltische geodätische Kommission) : *Comptes rendus de la* 10[e] *Session,* V 42[1].
— Commission géologique de Finlande (Suomen geologinen Toimikunta) : *Bulletin* B 1903 *bis; Suomen geologinen yleiskartta.*
— Isostatic Institute of the international Association of Geodesy : *Publications* (*Extrait des Annales de l'Académie des Sciences,* S 750).

HELSINKI. — Merentutkimuslaitos (Institut thalassologique) : *Julkaisu* (*Skrifter*), M 735[1].

— Societas geographica fenniæ : *Acta geographica,* A 119[3]; *Fennia,* F 32.

— Societas scientiarum fennica : *Acta,* A 139; *Arsbok-Vuosikirja,* S 395[1]; *Bidrag till Kännedom af Finlands natur och folk,* B 318; *Commentationes biologicæ,* S 395[2]; *Commentationes physicomathematicæ,* C 573 *bis* et S 395[3].

— Suomen geodeettisen laitoksen (Institut géodésique finlandais) : *Julkaisuja* (*Publications*), S 751.

Grande-Bretagne et Irlande.

BIRMINGHAM. — Natural History and Philosophical Society : *List of members. Proceedings,* P 525.

CAMBRIDGE. — International Astronomical Union : *Transactions.*

— Philosophical Society : *Biological Review,* P 536[1]; *Proceedings,* P 536.

— Observatory : *Annual Report of the Director,* A 1721.

CULLERCOATS. — Armstrong College. Dove Marine Laboratory : *Report,* D 247.

DUBLIN. — Royal Dublin Society : *Scientific Proceedings,* J 845.

— Royal Irish Academy : *Proceedings,* P 600.

EDINBURGH. — Geological Society : *Transactions,* T 306.

— Royal Physical Society : *Proceedings,* P 601.

— Royal Society : *Proceedings,* P 602; *Transactions,* T 402.

— Union internationale de géodésie et de géophysique. Association internationale d'hydrologie scientifique : *Bulletin* (*VIe assemblée générale à Edimbourg*).

GREENWICH. — Royal Observatory : *Report of the Astronomer Royal to the Board of Visitors,* R 429.

HARPENDEN. — Rothamsted Experimental Station : *Report,* R 507[1A].

LONDON. — British Astronomical Association : *Journal,* J 798; *Memoirs,* M 610.

— British Museum : *Quarterly,* B 755[B].

— Chemical Society : *Journal,* M 601.

— Colonial Office. Discovery Committee : *Discovery Reports,* D 222[A].

— Geological Society : *Quarterly Journal,* Q 11.

— Institution of Civil Engineers : *Journal,* M 943.

— Institution of Mechanical Engineers : *Brief subject and author index of papers in the Proceedings; Journal and Proceedings,* P 560.

— Mathematical Society : *Proceedings,* P 569.

— Meteorological Office : *Annual Report of the Director,* M 779[E]; *Geophysical Memoirs,* M 783; *Monthly Weather Report,* M 781; *Observatories Year Book,* O 100[1]; *Professional Notes,* M 784; *Weekly Weather Report,* M 781.

— Ray Society : *List of members* [*Publications*].

— Royal Aeronautical Society : *Journal,* J 840[1].

— Royal Astronomical Society : *Monthly Notices,* M 1256; *Occasional Notes.*

— Royal Geographical Society : *Geographical Journal,* C 231.

LONDON. — Royal Institution of Great Britain : *Proceedings*, N 258; *Record*, R 196[1]; *Weekly evening Meeting*.
— Royal Microscopical Society : *Journal*, T 361.
— Royal Society : *Notes and Records*, N 240[A]; *Obituary Notices of Fellows*, O 0[1]; *Philosophical Transactions*, P 225; *Proceedings*, A 72; *Year Book*, Y 20.
— Royal Society of Medicine : *Proceedings*, P 603.
— Stationery Office : *The Nautical Almanac and Astronomical Ephemeris*, N 73.
— Id. The national Physical Laboratory : *Collected Researches*.
— *Advancement of Science (The)*.
— *Chemical Products and the Chemical News*.
— *London (The), Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, P 223.
— *Nature*, N 51.
MANCHESTER. — Literary and Philosophical Society : *Memoirs and Proceedings*, M 627.
OXFORD. — University Observatory : *Annual Report of the Visitors*, R 509; *Communications*, C 616[A].
TEDDINGTON. — Department of scientific and industrial Research. National Physical Laboratory : *Abstracts of Papers; Report for the Year*, N 26.

Grèce.

ATHÈNES. — Académie d'Athènes : *Praktica*, P 398[2].
— Observatoire national : *Annales*, A 897.
— Université. Instituti et Muséi zoologici : *Acta*, A 124[1A].

Hongrie.

BUDAPEST. — Ungarische Akademie der Wissenschaften : *Mathematischer und natürwissenschaftlicher Anzeiger*, M 140.
— *The Hungarian Quarterly*, H 141[A].
— *Nouvelles danubiennes*.

Islande.

REYKJAVIK. — Societas scienciarum islandica (Visindafelag islendinga) : *Publications*, S 395[3A].

Italie.

BOLOGNA. — Societa italiana di fisica : *Il nuovo cimento*, G 348.
CAMERINO. — Universita. Instituti scientifici. Societa eustachiana : *Bolletino*.
CITTA DEL VATICANO. — Pontificia Accademia delle scienze : *Commentationes*, P 354[1A].
MILANO. — Fondazione scientifica Cagnola : *Atti*, A 2543.
— Reale Istituto lombardo di scienze e lettere : *Annuario*, A 1844; *Rendiconti*, R 175.
— *Scientia*, R 1665.

Modena. — Reale Accademia di scienze, lettere ed arti : *Atti e Memorie*, M 710.

— R. Osservatorio geofisico : *Pubblicazioni*, P 783.

Napoli. — Societa italiana di Biologia sperimentale : *Bollettino*, B 618[1].

— Societa Reale : *Annuario*.

— Id. Accademia delle Scienze fisiche e matematische : *Rendiconti*, R 332.

— Union géodésique et géophysique internationale. Association de volcanologie : *Bulletin volcanologique*, B 2542[2]. *Programme de la VII[e] assemblée générale à Washington*.

Padova. — R. Universita : *Rendiconti del Seminario matematico*, R 329[B].

Palermo. — Circolo matematico : *Rendiconti*, R 329.

Parma. — Ministero dei lavori publici. Servizio idrografico. Ufficio idrografico del Po. Sezione di Parma : *Annali idrologici*, U 8[1].

Pisa. — Reale Scuola d'Ingegneria : *Pubblicazioni*, R 177 *bis*[1].

Roma. — Consiglio nazionale delle Ricerche : *Bibliografia Italiana*, B 226 *bis; La ricerca scientifica*, B 567[A].

— Ente nazionale per la Industrie turistiche : *Italia*, I 400[A].

— Id. Servizio meteorologico dei Luoghi di Cura, Soggiorno e Turismo : *Bollettino mensile*.

— Institut international d'agriculture : *Revue internationale d'agriculture*, B 1902.

— Ministero dell'aeronautica. Direzione generale dei servizi del materiali e degli aeroporti. Ufficio presagi : *Riassunto mensile*, R 1621[1A]; *Rivista di meteorologia aeronautica*, R 1659[A].

— Ministero dell' aeronautica. Ufficio centrale delle telecommunicazioni e dell' assistenza del volo : *Sondaggi aerologici*, S 526[A].

— Ministero dell'agricoltura e delle foreste : *Nuovi annali dell' agricoltura*, A 1131.

— Id. Fondazione per la sperimentazione agraria : *Annali delle sperimentazione agraria*, A 1148[A].

— Ministero dell' Interno. Istituto di sanita pubblica : *Rendiconti*.

— Reale Accademia d'Italia. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali : *Memorie*, M 708[A].

— Reale Accademia nazionale dei Lincei : *Atti*, A 2546; *Memorie*, A 2546.

— R. Osservatorio e museo astronomico di Roma (Monte Mario) : *Calendario; Contributi scientifici* (*Nuova serie*).

Siena. — R. Accademia dei Fisiocritici. Seziona medico-fisica : *Atti*, A 2535.

Torino. — Reale Accademia delle Scienze : *Atti*, A 2547.

Venezia. — Centro volpi di elettrologia : *Bollettino* (édition française).

— Reale Istituto veneto di scienze lettere ed arti : *Annuario; Atti*, A 2571; *Catalogo delle pubblicazioni; Collana di bibliografie minori; Memorie*, M 706.

Latvie (Lettonie).

Riga. — Département des forêts : *Publications*.

— Latvijas Biologijas Biedribas (Société de biologie de Lettonie) : *Raksti* (*Bulletin, Acta biologica latvica*), L 46 *bis*[A].

RIGA. — Latvijas Universitates. Geofizikas im meteorologijas Instituta : *Darbi* (*Travaux*).
— Id. Meteōrologijas Instituta : *Darbi* (*Travaux*), L 46 *bis*[2].
— Id. Meteōrologiskās observātōrijas : *Novērojumi*, 46 *bis*[2A].

Lithuanie.

DOTNUVA. — Žemės Ūkio akademijos (Académie agricole) : *Metraštis*, Z 194 *bis*[1A].

Monaco.

MONACO. — Bureau hydrographique international : *Revue hydrographique*, R 1377[1].
— Institut océanographique : *Bulletin*, B 2015.

Norvège.

BERGEN. — Chr. Michelsens Institutt for Videntskap of Åndsfrihet : *Beretninger*, B 113[3A].
— Museum : *Årsberetning*, B 118; *Årbok*, B 118.
— Norske Institutt for Kosmisk fysikk : *Publikasjoner*, P 882[A].
OSLO. — Norske Videnskaps-Akademi : *Geofysiske Publikasjoner*, G 221 *bis*.
— Norwegische Meteorologische Institut : *Jahrbuch*, N 214.

Pays-Bas.

AMSTERDAM. — Koninklijke Nederlansche Akademie van Wetenschappen : *Proceedings*; *Proceedings of the Section of Sciences*, K 81; *Verhandelingen*, V 25.
— Nederlandsche botanische Vereeniging : *Nederlandsch Kruidkundig Archief*, N 92; *Recueil des travaux botaniques néerlandais*, N 92.
— University. Astronomical Institute : *Publications*, P 848 *bis*.
DE BILT. — Koninklijk Nederlansch meteorologisch Instituut : *Overzicht der meteorologische Waarnemingen verricht op de meteorologische Stations in Nederlandsch West-Indië*, O 281[A].
GRONINGEN. — Kapteyn astronomical Laboratory : *Publications*.
— Wiskundig Genootschap : *Niew archief voor wiskunde*; *Wiskundige opgaven met de oplosingen*.
HAARLEM. — Musée Teyler : *Archives*, A 2162.
— Société hollandaise des sciences : *Archives néerlandaises de phonétique expérimentale*, A 2184[A]; *Archives néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux*, A 2185; *Archives néerlandaises de zoologie*, A 2184[B].
LEIDEN. — University. Kamerlingh Onnes Laboratory : *Communications*, C 616.
ROTTERDAM. — Passenger Department of the Rotterdam Lloyd Royal Dutch Mail : *The Lloyd Mail*.

'S GRAVENHAGE. — Office permanent de l'Institut international de statistique : *Revue; Supplément mensuel.*

— *Physica*, P 304[B].

Pologne.

KRAKOW (CRACOVIE.) — Polska Akademja Umiejetnosci (Académie polonaise des sciences et des lettres) : *Rozprawy wydziału matematyczno-przyrodniczego*, R 1741; *Sprawozdania z czynności i posiedzeń* (*Rapports*), S 569[1].

— Id. Classe des sciences mathématiques et naturelles : *Comptes rendus mensuels des séances*, A 100[A] *bis*.

— Polskiego Towarzystwa geologicznego (Société géologique de Pologne) : *Rocznik* (*Annales*), R 1704[2].

LWOW. — Université. Institut de géophysique et de météorologie : *Communications*, I 237[1].

— *Studia mathematica*, S 701[B].

PULAWY. — Institut national polonais d'économie rurale (Panstwowego Instytut naukowego gospodarstwa wiejskiego) : *Prace wydziału gleboznawczego Instytutu.*

WARSZAWA (VARSOVIE). — Akademji nauk technicznych (Académie des sciences technique) : *Annales* (*Rocznik*), A 841[A].

— Panstwowy Instytut Meteorologiczny (Institut météorologique de Pologne) : *Rocznik* (*Annuaire*), R 1704[1A]; *Supplément de l'annuaire*, P 31[A]; *Wiadomosci meteorologiczne i Hydrograficzne* (*Bulletin météorologique et hydrographique*), P 31[B].

— Polskie Towarzystwo botaniczne (Société botanique de Pologne) : *Acta societatis botanicorum poloniae*, A 134[1]; *Polskie mianownictwo botaniczne.*

— Polskiego Towarzystwa fizycznego (Société polonaise de physique) : *Acta physica polonica*, S 566[1].

— Societas botanicorum Poloniæ : *Acta*, A 134[1].

— Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (Société des sciences et des lettres) : *Annuaire* (*Rocznik*), R 1704[1]; *Archives de biologie* (*Archiwum nauk biologicznyck*), A 2287[2]; *Comptes rendus des séances* (*Sprawozdania*), C 671; *Planta polonica* (*Contributions à la flore de la Pologne et des pays limitrophes*), P 332 *bis*[1A].

— Id. Institut Nencki de biologie expérimentale : *Acta biologiæ experimentalis*, A 113[E].

— Uniwersytetu Jozefa Pilsudskiego. Obserwatorjium astronomicznego : *Okolnik* (*Circulaire*), C 418[A].

Portugal.

COIMBRA. — Universidade. Instituto botanico. Sociedade Broteriana : *Boletim*, S 388.

— Id. Observatorio astronomico : *Efemerides astronomicos*, E 303.

— *Noticias farmacêuticas*, N 259[A].

LISBOA. — Academia das ciências : *Anuario academico*, A 78[1A]; *Boletim*, B 387[A]; *Boletim da segunda classe*, B 392; *Corpo diplomatico portugese*... ; *Memorias*, M 689; *Portugaleae monumenta*....
— Id. Classe de ciências : *Memorias*, M 689.
— Direccão geral de minas e serviços geologicos. Serviços geologicos de Portugal : *Carta geologica dos arredores de Lisboa*.
— Instituto de medicina legal : *Archivo de Medicina legal*, A 2255[B].
— Universidade. Museu e Laboratorio mineralogico e geologico : *Boletim*, B 406 *bis*[A].

PORTO. — Associação da filosofia natural : *Boletim*.
— Faculdade de ciencias : *Anais*, A 655[1].

Roumanie.

BUCURESTI (BUCAREST). — Académie roumaine : *Bulletin de la section scientifique*, B 1147.
— Institut des sciences de Roumanie (ancienne Académie des sciences) : *Comptes rendus des séances*.
— Institutul Român de energie : *Buletinul* « *I. R. E.* », B 770 *bis*[A]; [*Publications*].
— Societatea romana de fizica : *Buletinul* (édition française), B 777[B].
— Société médicale des hôpitaux : *Bulletins et Mémoires*, B 2170.
— *Convorbiri literare*.

CLUJ. — *Mathematica*, M 136[A].

JASSY. — Société roumaine de neurologie, psychiâtrie, psychologie et endocrinologie : *Bulletin*.

TIMISOARA. — École polytechnique : *Bulletin scientifique* (*Comptes rendus des séances de la Société scientifique*), B 2479[1B].

Russie.

BAKOU. — Académie des scienccs de l'U. R. S. S. Filiale de l'Azerbaïdjan : *Izvestia; Nouvelles; Série populaire de sciences naturelles : Troudy* (*Travaux*).
— Id. Institut de botanique : *Troudy* (*Travaux*).
— Id. Institut de botanique et de chimie : *Troudy* (*Travaux*).

KHARKOW. — Université. Institut de botanique : *Travaux* (*Proceedings*).
— Id. Institut de chimie : *Travaux* (*Transactions*).
— Institut des sciences mathématiques et mécaniques : *Communications de l'Institut des sciences mathématiques et mécaniques de l'Université et de la Société mathématique de Kharkow*, C 615; *Recueil de Géométrie*.

KIEV. — Académie des sciences de la R. S. S. d'Ukraine. Institut de botanique : *Flore et végétation de la R. S. S. d'Ukraine*.

LENINGRAD. — Agro-climatic Institut : *The World's agro-climatic Handbook*.
— Institut des Mines : *Annales*, A 868[4A].
— State University of the name of Boubnof : *Annales*, E 66[B].

MOSKVA. — Académie des sciences : *Bulletin* (*série chimique : Journal de chimie générale*); *Comptes rendus* (*Doklady*), C 628; *Priroda* (*La Nature*), P 479[1].
— Id. Classe des Sciences mathématiques et naturelles : *Bulletin*, B 2485.
— Id. Comité des glaces éternelles : *Troudy* (*Travaux*).
— Id. Institut de botanique : *Botanique soviétique,* S 543[A]; *Flora U. R. S. S.*
— Id. Institut de géographie : *Travaux,* T 532 *bis*[2A].
— Id. Institut Dokuchaiev des sols : *Transactions.*
— Id. Institut géologique : *Troudy* (*Travaux*), T 440[5B].
— Id. Institut paléontologique : *Troudy* (*Travaux.*)
— Id. Institut pétrographique Loewinson Lessing : *Troudy* (*Travaux*), T 442[A].
— Id. Institut séismologique : *Publications,* P 829[A].
— Id. Station limnologique du lac Baïkal : *Troudy* (*Travaux*), T 454[A].
— Commissariat du peuple de la santé publique : *Acta medico U. R. S. S.*
— Institut de médecine expérimentale : *Archives des sciences biologiques,* A 2157.
— Société des naturalistes : *Bulletin,* B 1629.
— Université d'État : *Bulletin* (*série internationale*).
— *Géologie soviétique,* P 487[1B].

SUKHUMI. — Introduction Garden of subtropical Cultures : *Bulletin.*

TBILISSI (TIFLIS). — Filiale géorgienne de l'Académie des sciences de l'U. R. S. S. Institut géophysique. Station séismique centrale : *Bulletin trimestriel,* B 2530[A].

TOMSK. — W. W. Kouibyschews-Staatsuniversität. Institut scientifique de biologie : *Travaux,* U 140[A].

VLADIVOSTOK. — Pacific scientific Institute of Fisheries and Oceanography : *Bulletin,* B 2398[B].

VORONEG. — Universita : *Acta,* A 141[B] : *Troudy* (*Travaux*).

Suède.

LUND. — Universitäts : *Årsskrift* (*Acta universitatis lundensis*), A 141.

STOCKHOLM. — International Council of scientific Unions. International astronomical Union : *Transactions.*
— Id. Meteorologiska Institution : *Meddelande.*
— K. Svenska Vetenskaps Akademiens : *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi,* B 331; *Arkiv för Botanik; Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik,* B 331; *Arkiv för Zoologi,* B 331; *Årsbok,* K 67; *Avhandlingar i naturskyddsärenden; Handlingar,* S 775; *Levnadsteckningar; Skrifter i naturskyddsärenden,* K 67[1].
— Observatorium : *Astronomiska iakttagelser och undersökningar* (*Annalen*), A 2490.
— Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt : *Årsbok,* S 590[1]; *Meddelanden* (*Communications*), M 174.
— Sveriges geologiska undersökning : *Årsberättelse; Årsbok,* S 776 *bis; Avhandlingar och uppsatser*
— *Les Prix Nobel,* P 483[B].

UPPSALA. — Regiæ Societatis Scientiarum Uppsaliensis (Kungl. Vetenskaps-Societeten) : *Årsbok; Nova acta,* A 125.

— Université. Anatomische Institut : *Läkareförenings Förhandlingar*, U 212.

— Id. Observatoire météorologique : *Observations séismographiques*, O 81.

— *Acta mathematica*, A 126.

— *Zoologiska Bidrag från Uppsala.*

Suisse.

BÂLE. — Société de chimie helvétique : *Helvetica chimica acta*, H 52.

— Universtätsbibliothek : *Catalogue des écrits académiques suisses,* C 97.

BERNE. — Bibliothèque nationale suisse : *Catalogue; Rapport,* B 309[1].

GENÈVE. — Observatoire : *Publications*, O 29.

— Société astronomique Flammarion : *Bulletin,* B 1171[1].

— Société de physique et d'histoire naturelle : *Comptes rendus des séances,* C 665.

— *Archives des sciences physiques et naturelles*, B 313.

— *Enseignement* (*L'*) *mathématique,* E 278.

— *Revue pour l'étude des calamités.*

LAUSANNE. — Société helvétique des sciences naturelles : *Mémoires*, D 37.

— Id. Commission géologique et commission géotechnique : *Atlas géologique de la Suisse; Beritche* (*Rapport*); *Matériaux pour la carte géologique de la Suisse,* M 131.

— Société vaudoise des sciences naturelles : *Bulletin*, B 1862; *Mémoires*, M 558[1].

ZURICH. — Eidgenössiche Sternwarte. *Astronomische Mitteilungen,* M 1066; *Publications*, P 812.

— Id. International astronomical Union : *Bulletin for character figures of solar phenomena,* B 2173[A].

— Schweizerische meteorologische Zentral-Anstalt : *Annalen*, S 165.

Tchécoslovaquie.

BRNO. — Institut national agronomique (Vysoká Skolá zemedeské) : *Bulletin* (*Sbornik*), B 989[2].

— Université Masaryk. Faculté des sciences : *Publications* (*Spisy*), S 558.

— Vysoké Skoly zvěrolékărské (École des hautes études vétérinaires) : *Biologické Spisy* (*publications biologiques*), P 821[1].

PRAHA (PRAGUE). — Ceská Akademie Věd a Umeni (Académie tchèque des sciences et des arts). Classe des sciences mathématiques, naturelles et médicales : *Bulletin international,* B 2197.

— Institut géophysique national (Státni Ustav geofysikálni) : *Annuaire* (*Ročenka*); *Bulletin bibliographique.*

— Id. Station séismologique : *Bulletin séismique,* B 2489[A].

— Jednoty ceskoslovenskych matematikú a fysikú (Association tchécoslovaque de mathématique et de physique) : *Casopis pro pěstovani matematiky fisikay,* C 89.

PRAHA (PRAGUE). — Královské České společnosti nauk (Regia societate scientiarum bohemica) : *Obecný rejstrik (operum)*.
— Observatoire national (Státni Hvězdárny) : *Publications*, P 833[1].
— Université Charles (Karlovy University). Faculté des sciences (Prirodovédeckou fakultou) : *Publications (Spisy)*, S 557.

Turquie.

ANKARA. — « *Meteae* » *maden tetkik ve Arama enstitüsü yayinlarindam* (*Veröffentlichung des Institutes für Lagerstaettenforschung der Türkei*).
ISTAMBOUL. — Université. Faculté des sciences : *Revue* (*Istambul üniversitesi fen fakültesi mecmuasi*), I 384[B].
— *La Turquie Kemâliste.*

Yougoslavie.

BEOGRAD (BELGRADE). — Académie royale serbe : *Bulletin de l'Académie des sciences mathématiques et naturelles*, A 101[A].
— Banque agricole privilégiée. Research Department. Service d'étude : *Bulletin; Bulletin bimensuel* [*Pulications*].
— Université. Observatoire astronomique : *Bulletin*, B 1027[1A]; *Mémoires*, M 462[A].
ZAGREB. — Académie yougoslave des sciences et des beaux-arts. Classe des sciences mathématiques et naturelles : *Bulletin international*, I 430[1]; *Rad*, R 6.

ASIE.

Chine.

CHANGSHA (HUNAN). — Chiukeng seismic Station : *Seismological Bulletin*, S 275[1A].
— Geological Survey of China : *Geological Bulletin*, B 2366 *bis*; *Paleontologia sinica*, P 16 *bis*.
CHUNGKING (SZECHUAN). — Geological Society of China : *Bulletin*, B 2365[1].
HONG-KONG. — Royal Observatory : *Magnetic Results*, R 1731[A]; *Meteorological Results*, R 1731[A]; *Report of the Director*.
KUNMING. — Chinese physical Society : *Chinese Journal of Physics*, C 350[A].
PEI-PAI (SZECHUAN). — Academia Sinica. National Institute of Zoology and Botany : *Sinensia*, S 343[B].
SHANGHAÏ. — Science Institute : *Journal* (*Studies from the Department of Bacteriology; of Biology; of Chemistry; of Geology; of Physics*), J 851[A].
— Science Society of China : *Contributions from the biological Laboratory* (*Botanical Series, Zoological Series*), C 984[A].
ZI-KA-WEI. — Observatoire : *Bulletin séismique; Revue mensuelle*.
— Id. Service météorologique : *Bulletin des observations*.

Indes anglaises.

BOMBAY. — Meteorological Department. Government Observatories : *Magnetic, meteorological, atmospheric electric and seismographic Observations*, M 60.

CALCUTTA. — Geological Survey of India : *Geographical Index and general Report of the Director; Memoirs*, M 620; *Records*, R 193.

— Indian Chemical Society : *Journal*, J 817[1].

— Indian Museum : *Memoirs*, M 625; *Records*, R 196.

— Royal Asiatic Society of Bengal : *Journal*, G 362.

— Zoological Survey of India : *Report*, A 1823.

CEYLON. — *Ceylon Journal of Science*, C 198[1].

KODAIKANAL. — Observatory : *Bulletin*, K 49; *Report*, A 1713.

POONA. — Indian Mathematical Society : *Journal*, J 818; *The mathematics Student*, M 138 *bis*[A].

Indochine.

CAUDA. — Institut océanographique de l'Indochine. Station maritime de Cauda : *Notes*, S 317[1].

HANOÏ. — Direction des Services économiques de l'Indochine : *Bulletin économique de l'Indochine*, B 2153; *Supplément statistique mensuel*.

— Service géologique de l'Indochine : *Bulletin*, B 2032; *Carte géologique de l'Indochine*.

— Service météorologique de l'Indochine : *Bulletin mensuel des observations*.

Japon.

FUKUOKA. — Kyushu Imperial University : *Memoirs of the Faculty of Engineering*, M 614.

HIROSHIMA. — University : *Journal of Science*, J 775[A].

KEIJO. — Imperial University. Medical Faculty : *The Keijo Journal of Medicine*, M 997.

KYOTO. — Imperial University : *Acta scholæ medicinalis*, A 134.

— Id. College of Agriculture : *Memoirs*, M 613[1].

— Id. College of Engineering : *Memoirs*, M 615.

— Id. College of Science : *Memoirs*, M 615.

MITAKA-MURA. — Astronomical Society of Japan : *Observations of variable Stars*, O 77[A].

NAGOYA. — University (Nagoya Ikwa-Daigaku) : *The Nagoya Journal of Medical Science*, N 8[1].

OSAKA. — Imperial University. Faculty of Medecine : *Collected Papers*.

— Id. Faculty of Science : *Collected Papers*, C 506 *bis*[B].

RYOJUN. — College of Engineering : *Memoirs*, M 641[1].

SAPPORO. — Hokkaido Imperial University. Faculty of Engineering : *Memoirs*, M 616[2].

— Id. Faculty of Science : *Journal*, J 810[A].

SENDAI. — Saito Gratitude Foundation (Saito-Ho-On-Kai) : *Annual Report of the Work*, A 1814[1].

— Tôhoku Imperial University : *Science Reports*, S 215 *bis; Technology Reports*, T 59.
— Id. Anatomische Institut : *Arbeiten*, A 1949.
— Id. Institut mathématique : *Tôhoku Mathematical Journal*, T 180.
— Id. Pathologische Institut : *Mitteilungen über allgemeine Pathologie und pathologische anatomie*, M 1065[1].

TAIHOKU. — Imperial University. Faculty of Science and Agriculture : *Memoirs*, M 612[2A].

TOKYO. — Agricultural Chemical Society of Japan : *Journal*, J 779[B].
— Chemical Society of Japan : *Bulletin*, B 2355[1].
— Department of Railways : *Annual Report*, D 128[1A].
— Imperial Academy : *Proceedings*, P 554[1].
— Imperial University. Aeronautical Research Institute : *Report*, R 425[1].
— Id. Astronomical Observatory : *Astronomical Bulletin*, T 181[1].
— Id. Earthquake Research Institute : *Bulletin*, B 2360[1]; *Seismometrical Report*.
— Id. Government Institute for Infectious Diseases : *Japanese Journal of Experimental Medicine*, J 245[ter 1A].
— Institute of Physical and Chemical Research : *Bulletin*, B 2377[1]; *Scientific Papers*, S 229.
— Japan Institute for Science of Labour : *Annual Report; Reports of the Japan Institute for Science of Japan*.
— National Research Council of Japan : *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, J 245; *Japanese Journal of Botany*, J 245 *bis; Japanese Journal of Mathematics*, J 245[ter3]; *Japanese Journal of Medical Sciences*, J 245 *quater; Japanese Journal of Physics*, J 245 *quinter; Report*, N 27[bis A].
— Id. Radio Research Committee : *Report of Radio Research in Japan*, R 425[B].
— Physico-chemical Society of Japan : *The Review of physical Chemistry of Japan*, R 670[A].
— Physico-mathematical Society of Japan : *Proceedings*, T 184.
— Society of chemical Industry : *Journal*, J 853[1].
— Society of Mechanical Engineers : *Transactions*, T 407[A].
— University of Literature and Science (Tokio Bunrika Daigaku); *Science Reports*, S 215[bis A].
— *Acta phytochimica*.

Manchoukuo.

HSHINCHING. — Institute of Scientific Research Manchoukuo : *Report*, R 472[A].

Palestine.

TEL AVIV. — Independent Biological Laboratories : *Bulletin*.

Siam.

BANGKOK. — Royal Survey Department. Ministry of Defence : *Report on the Operations*, S 330[B].

Syrie.

BEYROUTH. — Service central météorologique : *Bulletin mensuel*, B 2034[1].
KSARA. — Observatoire : *Annales*, A 885[1].
— Id. Service météorologique en Syrie et au Liban : *Climatologie aéronautique*.

AFRIQUE.

Afrique Occidentale française.

DAKAR. — Agence économique de l'A. O. F. : *Bulletin mensuel*, B 2155[1] et 2233 *bis*.
— Comité d'Études historiques et scientifiques de l'A. O. F. : *Bulletin*, A 1552.
— Service des mines : *Bulletin*.
— Service géologique de l'A. O. F. : *Rapport annuel*, S 307[A].
— Service météorologique : *Annuaire; Bulletin*, B 2034[A]; *Moyenne mensuelle*.

Algérie.

ALGER. — Institut Pasteur d'Algérie : *Archives*, A 2116[3].

British East African.

NAIROBI. — Meteorological Service : *Annual Report*, A 1817[2A]; *Bulletins of Daily Rainfall in Kenya Colony; in Tanganyika Territory; in Uganda Protectorate; in Zanzibar Protectorate; Summary of Rainfall in Kenya Colony; in Tanganyika Territory; in Uganda Protectorate*, B 746[A].

Égypte.

CAIRO. — Egyptian University. Faculty of Sciences : *List of published Researches of Members of the Staff; Report for Session*, E 139[C].
— Fouad i University. Faculty of Science : *Annual Report*.
— Institut d'Egypte : *Bulletin*, B 1016; *Mémoires*, M 590.
— Id. Bibliothèque : *Catalogue des nouvelles acquisitions*.
— Ministry of Agriculture. Horticultural Section : *Bulletin*.
— Id. Technical and Scientific Service : *Bulletin*, M 939.

Madagascar.

TANANARIVE. — Académie Malgache : *Bulletin*, B 2510; *Mémoires*, M 450[1].
— Gouvernement général de Madagascar et dépendances : *Bulletin économique trimestriel*, B 2154; *Revue de Madagascar*, B 1977.

Maroc.

RABAT. — Société des sciences naturelles du Maroc : *Bulletin*, B 1576[1].

Réunion (Ile de la).

SAINT-DENIS. — *Recueil trimestriel de documents et travaux inédits pour servir à l'histoire des Mascareignes françaises.*

Tunisie.

TUNIS. — Direction des affaires économiques de Tunisie. Service botanique et agronomique : *Annales*, A 1089[1].
— Institut Pasteur de Tunis : *Archives*, A 2117.

Union of South Africa.

BLOEMFONTEIN. — Nasionale Museum : *Soölogiese Navorsing*, S 526[D].
CAPETOWN. — Royal Observatory Cape of Good Hope : *Report of His Majesty's Astronomer at the Cape of Good Hope to the Secretary of the Amiralty*, R 424.

AMÉRIQUE.

Argentine,

BUÉNOS-AIRES. — Instituto de medicina experimental para el estudio y tratamiento del Cancer : *Boletin;* [*Publications*].
— Ministerio de agricultura. Servicio de la riqueza argentina : *M. A. N.*
— Ministerio de obras publicas : *Boletin de obras sanitarias de la Nacion,* B 491[A].
— Sociedad argentina de estudios geograficos : *Anales* (*Gaea*), A 29 *bis*[1].
— Sociedad cientifica argentina : *Anales,* A 687.
— Universidad. Facultad de ciencias economicas. Centro de estudiantes y colegio de graduados : *Revista de ciencias economicas.*
— Id. Facultad de ciencias exactas, fisicas y naturales : *Publicaciones : Anuario,* U 105 *bis*[1A]; *Série A,* U 105 *bis*[1B]; *Série B,* B 525[1A].
— Id. Facultad de ciencias medicas. Catedra de historia de la medicina : *Publicaciones* [*Publications*].
LA PLATA. — Universidad nacional. Facultad de ciencias fisicomatematicas : *Publicaciones* (*Serie primera* : *Informaciones générales*), U 113; *Revista.*
— Id. Facultad de ciencias medicas : *Anales.*

— Id. Facultad de quimica y farmacia : *Revista de la facultad de ciencias quimicas*, R 753.

— Id. Observatorio astronomico. Serie geofisica : *Antes Contribuciones geofisicas*, O 101[1]; *Ante Publicaciones*, P 800 *bis*.

ROSARIO. — Asociacion Juan : *Jandemuc*.

— Universidad nacional del Litoral. Facultad de ciencias matematicas, fisico-quimicas y naturales aplicadas a la industria : *Publicaciones* (*Serie Conferencias y textos; Serie tecnico-cientifica; Serie Universitarie*).

— Id. Instituto de fisiografia y geologia : *Publicaciones*, P 799[A].

SANTA FÉ. — Sociedad cientifica argentina. Seccion Santa-Fé : *Anales*, A 687[A].

— Universidad nacional del Litoral. Facultad de quimica industrial y agricole : *Anales del Instituto de investigaciones cientificas y tecnologicas*, A 711[A].

Brésil.

NITEROI (NICTHEROY). — Instituto Vital Brazil : *Boletin*, B 406[5].

PÔRTO ALEGRE. — Universidade. Faculdade de medicina : **Anais**.

RIO DE JANEIRO. — Observatorio nacional : *Annuario*, A 1868.

— *Archivos brasileiros de Andrologia*.

— *Boletim de Educacãos sexual*.

Canada.

HALIFAX. — Nova Scotian Institute of Science : *Proceedings*, P 493.

MONTRÉAL. — Association canadienne française pour l'avancement des sciences : *Annales de l'Acfas*, A 846[A].

— Université. Institut botanique : *Contributions*.

OTTAWA. — Canadian Patent Office : *Record and Register of Copyrights and Trade Marks*, C 66.

— Department of Mines and Resources. Division des mines et de la géologie. Bureau de géologie et de topographie. Commission géologique : *Mémoires*.

— Id. National Museum of Canada : *Bulletin*, G 249.

— Department of the Interior. Dominion Observatory : *Publications*, D 137.

— Royal Society of Canada : *Transactions*, M 582.

S[t]-ANDREWS. — Fisheries Research Board of Canada. *Annual Report ; Journal*, J 791[1A].

TORONTO. — Royal Astronomical Society of Canada : *Journal*, T 281 ; *The Observer's Handbook*.

— Royal Canadian Institute : *Transactions*, C 63.

VICTORIA. — Department of Mines and Resources. Dominion Astrophysical Observatory : *Publications*, P 856.

Chili.

CONCEPCIÓN. — Sociedad de Biologia : *Boletin*, B 465[B].

SANTIAGO. — Observatorio del Salto : *Boletin de estudios*, B 522[1].

— Universidad. Comision chilena de cooperacion intelectual : *Boletin bimestral; Memoria; Primera conferencia americana...*

Colombie.

BOGOTA. — Academia colombiana des ciencias exactas, fisicas y naturales : *Revista*, R 747[A].

— Sociedad geografica de Colombia (Academia de ciencias geograficas) : *Boletin*; B 473[A].

Cuba.

LA HABANA. — Oficina interamericana de Marcas : *Boletin*, B 457[A].

— Inter american Trade-Mark bureau : *Bulletin.*

— Secretaria de Agricultura. Observatorio nacional : *Boletin*, R 565.

— *Revista de Medicina tropical y Parasitologia, Bacteriologia, Clinica y Laboratorio*, R 787 *bis*[1A].

— *Universidad de La Habana; Publications de cette Revue.*

États-Unis.

ALBANY. — Department of Labor : *The Industrial Bulletin*, B 2201.

— University of the State of New-York. New-York State Museum : *Bulletin*, B 2397 *bis*.

— *Astronomical Journal*, A 2454.

ANN ARBOR. — University of Michigan. Laboratory of Vertebrate Genetics; *Contributions*, C 989[1F].

— Id. Museum of Zoology : *Occasional Papers*, O 121.

— Id. Observatory : *Publications*, D 149.

BALTIMORE. — Johns Hopkins University : *American Journal of Mathematics*, A 598; *Circular*, J 274.

BERKELEY. — University of California : *Anthropological Records; Publications* (*in american archeology and ethnology; in botany; in geography; in geological sciences; in zoology*), U 149.

BOSTON. — American Academy of Arts and Sciences : *Proceedings*, P 500.

BOULDER. — University of Colorado : *Bulletin*, C 106.

BROOKLYN. — Brooklyn Institute of Arts and Sciences : *Brooklyn Museum Quarterly*, B 759[2].

CAMBRIDGE. — Harvard College Observatory : *Annals*, A 1192; *Bulletin*, H 30; *Circular*, A 2468; *Reprint*.

CHICAGO. — American Medical Association : *Archives of Dermatology and Syphilology*, J 730.

— Field Museum of Natural History : *Leaflet* (*botany*), F 57[1]; *Publications* (*Anthropological Series, Botanical Series, Geological Series, Zoological Series*), F 57.

— University : *The astrophysical Journal*, A 2491.

COLOMBUS. — *The Ohio Journal of Science*, O 155.

COLUMBIA. — University of Missouri : *Studies*, U 175[1].

EASTON. — American Chemical Society : *Chemical Abstracts*, C 309; *Journal*, J 780.

GENEVA. — New-York State Agricultural Experimental Station : *Annual Report*, N 142; *Bulletin; Technical Bulletin*, N 143.

GRAND MANAN. — Historical Society : *Anna Buchanan Charles Memorial; Publications*.

LINCOLN. — University of Nebraska : *University Studies*, U 201.

MADISON. — University of Wisconsin : *Bulletin* (*engineering experiment Station Series*), B 2412.

MINNEAPOLIS. — University of Minesota. Astronomical Observatory : *Publications*, P 849[1A].

MORGANTOWN. — West Virginia University. Southern Appalachian Botanical Club : *Castanea* (*Journal*).

MOUNT HAMILTON. — University of California. Lick Observatory : *Bulletin*, L 81; *Publications*, P 865.

MOUNT WILSON. — Observatory : *Annual Report of the Director*, R 461; *Communications to the National Academy of Science*, C 617; *Contributions*, C 76.

NEW HAVEN. — Connecticut Academy of Arts and Sciences : *Transactions*, T 300.

— Yale University : *Publications in anthropology*, Y 4[1A].

— *American Journal of Science*, A 608.

NEW YORK. — American Mathematical Society : *Transactions*, T 252.

— American Physical Society : *Physical Review*, P 307.

— American Society of the French Legion of honor : *Légion d'honneur Magazine*.

— Department of Parks. Meteorological Observatory : *Annual Tables*, N 157[1]; *Report*, R 494.

— N. Y. Academy of Sciences : *Annals*, A 1200; *Transactions*, T 371.

— World Calendar Association : *Journal of Calendar Reform*, J 726[A].

— *The American Naturalist*, A 623.

PHILADELPHIA. — Academy of Natural Sciences : *Monographs*, A 104[A]; *Notulae naturae; Proceedings*, P 498.

— American Philosophical Society : *Proceedings*, P 506; *Serial list of Publications; Transactions*, T 258; *Year Book*.

— Franklin Institute : *Journal*, J 812.

SAINT-LOUIS. — Academy of Science : *Transactions*, T 232.

SALT LAKE CITY. — Utah agricultural experimental Station : *Mimeograph Series*.

SAN DIEGO. — Society of Natural History : *Occasional Papers*, O 122[B]; *Transactions*, T 402[1].

TROY. — Rensselaer Polytechnic Institute : *Bulletin*, R 344.

WASHINGTON. — Advisory Committee on Education : *Staff Study*.

— Carnegie Institution : *Supplementary Publications*, C 77[A]; *Year Book*, C 78.

— Id. Department of Terrestrial Magnetism : *List of Publications*.

— Id. International Association of terrestrial Magnetism and Electricity : *Washington Assembly*.

— Department of Agriculture : *Circular*, D 113[1]; *Index Catalogue of medical and veterinary Zoology; Journal of Agricultural Research*, J 718; *Miscellaneous Publications*, D 114; *Technical Bulletin*, U 80[1].
— Id. Weather Bureau : *Monthly Weather Review*, M 1269.
— Department of Commerce. Bureau of Standards : *Circular*, C 419; *Handbook; Journal of Research*, B 2551[1]; *Miscellaneous Publications*, D 119; *Research Papers*, R 578[B].
— Department of Commerce. Coast and Geodetic Survey : *Serial*, U 63[4]; *Special Publication*.
— Department of the Interior. Geological Survey : *Bulletin*, B 2406; *Professional Paper*, U 86; *Water Supply Paper*, W 7.
— Id. Office of Education : *Leaflet*.
— Department of the Navy. Naval Observatory : *Publications*, A 2464.
— Id. Nautical Almanac Office : *American Ephemeris and Nautical Almanac*, A 584.
— Library of Congress : *Annual Report of the Librarian*, L 79.
— National Academy of Sciences : *Proceedings*, P 574.
— National geografic Society : *Contributed technical Papers*, N 20[A].
— National Research Council : *Bulletin*, B 2392; *Organization and Members; Report*, A 1762[2].
— National Resources Committee. Science Committee : *Report*.
— Smithsonian Institution : *Publications*; *Smithsonian Miscellaneous Collections*, S 381.
— Id. National Museum : *Bulletin*, B 2407; *Proceedings*, P 612; *Reports*, R 553.

Mexique.

MEXICO. — Academia nacional de ciencias « Antonio Alzate » : *Memorias y Revista*, M 695.
— Asociación de Ingenieros y Arquitectos : *Revista mexicana de Ingeniera y Arquitectura*, R 896 *bis*[1].
— Laboratoire de Plasmogénie : *Bulletin*, B 2006[1A]
— Universidad nacional. Instituto de geologia : *Memoria de la Comision geologica del Valle del Mezquital*.
— Instituto politecnico nacional. Escuela Nacional de Ciencias biologicas : **Anales**.

Pérou.

LIMA. — Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales : *Actas*.
— Ministerio de fomento. Cuerpo de Ingenieros de Minas del Peru : *Boletin*, B 501.
— Id. Direccion de minas y petroleo : *Boletin oficial*, A 556[B].
— Sociedad de Ingenieros del Peru : *Informaciones y memorias*, I 169.
— Universidad Major de San Marcos. Facultad de ciencias biologicas, fisicas y matematicas : *Revista de ciencias*, R 721 *bis*.

Uruguay.

MONTEVIDEO. — Instituto de estudios superiores del Uruguay : *Boletin de la Sección investigaciones geograficas.*
— Sindicato medico del Uruguay : *Acción sindical; Numero cientifico de accion sindical.*
— Sociedad de biologia : *Archivos*, A 2267[A].
NUEVA PALMIRA. — Sociedad amigos de las Ciencias naturales « Kraglievich-Fontana » : *Boletin.*

Venezuela.

CARACAS. — Colegio de Ingenieros de Venezuela : *Revista,* R 803[1].
— Ministerio de agricultura y cria : [*Publications*].
— Universidad central : *Anales,* A 696.

OCÉANIE.

Australie

ADÉLAÏDE. — Hospital : *The Medical and Scientific Archives,* M 289[1].
— Institute of medical and veterinary Science : *First annual Report of Council.*
— University : *The australian Journal of experimental Biology and medical science*, A 2589[1].
BRISBANE. — University of Queensland : *John Murtagh Macrossan Lectures; Papers.*
CROHAMHURST. — Tenth Observatory : *Paper.*
SYDNEY. — Observatory : *Astrographic Catalogue.*

Indes Néerlandaises.

BANDOENG. — Netherlands India Volcanological Survey : *Bulletin,* B 2392[1].
— Dienst van den Mijnbouw in Nederlandsch-Indië (Service géologique) : *Geologische Kaart van Java; Yaarbock van het Mijnwezen in Nederlandch-Indië,* J 7; *Uitgavenboekje Mijnbouw. Wetenschappelijke Mededeelingen;*
BATAVIA. — Koninklijk Magnetisch en Meteorologisch Observatorium : *Observations,* O 48; *Observations made at secondary stations; Seismological Bulletin,* E 326.
— Netherlands Indies Science Council : *Natuurwetenschapplijke raad voor Nederlandsch-Indië.*
BUITENZORG. — Departement van economische zaken. Dienst van den Landbouw : *Mededeelingen van het algemeen proefstation voor den Landbouw,* M 272.
— S' Lands Plantentuin (Institut scientifique de Buitenzorg) : *Bulletin du Jardin botanique,* S 376; *Treubia,* T 503 *ter.*

WELTEVREDEN. — Koninklijke Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indië : *Natuurkundig tijdschrift voor Nederlandsch-Indië*, N 70.
— *Pilot Balloon observations made in the Netherlands Indies*, P 329[E].

Philippines (Iles).

MANILA. — Department of Agriculture and Commerce. Bureau of Science : *The Philippine Journal of Science*, P 220.
— National Research Council of the Philippine Islands : *Bulletin*, N 27 *bis*[B].

Tahiti.

PAPEETE. — Établissements français de l'Océanie. Service météorologique : *Résumé des observations*.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1940.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 210.

I. — PARTIE SCIENTIFIQUE.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

R

S

T

U

V

Z

II. — PARTIE ACADÉMIQUE.

A

B

C

D

E

F

H

N

P

S



TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

H

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
114393-40 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.